

УДК 621.313.33:519.876.5

РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМОВ ЦИФРОВОГО УПРАВЛЕНИЯ ПОЗИЦИОННЫМ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ ПОСТОЯННОГО ТОКА

Толочко О.И., д.т.н., проф., Коцегуб П.Х., д.т.н., проф., Розкаряка П. И., асист.

Донецкий национальный технический университет

83000, г. Донецк, ул. Артема, 58

E-mail: toi@elf.dgtu.donetsk.ua

В данной статье выполнена экспериментальная проверка аналитических разработок по перетворению аналоговых алгоритмов керування позиційними електроприводами, оптимальних по тепловим затратам, у цифрові з урахування екстраполяції, квантування по часу та похибки цифрового інтегрування.

Ключові слова: електропривод, регулювання положення, оптимальне керування, цифрова реалізація.

In the given paper the experimental proof of analytic designing of analog algorithms conversion to digital is implemented. These algorithms are for electrical drive position control, which are optimal due to heat loss. The extrapolation, time quantizing and digital integration error are taken into account.

Key words: electrical drive, control position, optimal control, digital realization.

Введение. При цифровой реализации алгоритмов управления позиционным электроприводом удается сформировать сколь угодно сложные диаграммы отработки заданных перемещений, в том числе диаграммы, оптимальные по тепловым потерям, что позволяет снизить непроизводительные затраты электроэнергии [1,2].

Анализ предыдущих исследований. В работах [3-6] разработан комплекс мероприятий по переходу от известных аналоговых алгоритмов управления позиционным электроприводом, оптимальных по тепловым потерям, к цифровым:

- найдены аналитические выражения, позволяющие скорректировать координаты узловых точек диаграмм с учетом дискретности по времени [3];
- предложена методика устранения влияния эффекта экстраполяции на точность воспроизведения управляющего воздействия [4];
- обоснован выбор методов цифрового интегрирования сигналов задания на скорость и ускорение привода [4,5];
- разработана методика численного решения алгебраического уравнения, позволяющего определить абсциссу одной из точек оптимальной диаграммы, в реальном времени [6].

Цель работы. Проверка результатов, полученных аналитическими методами, на экспериментальной установке, позволяющей реализовать цифровую систему управления положением электропривода постоянного тока в реальном времени.

Материал и результаты исследования. Функциональная схема экспериментальной установки представлена на рис.1. Ее силовая часть включает в себя два двигателя постоянного тока серии ПБСТ (M1 – исследуемая машина, M2 – нагрузочная), два тиристорных преобразователя (ТП1 и ТП2) типа ЭТ6. В качестве датчика скорости выступает тахогенератор, расположенный на одном валу с исследуемой машиной M1. Измерение перемещения осу-

ществляется цифровым интегрированием выходного сигнала датчика скорости.

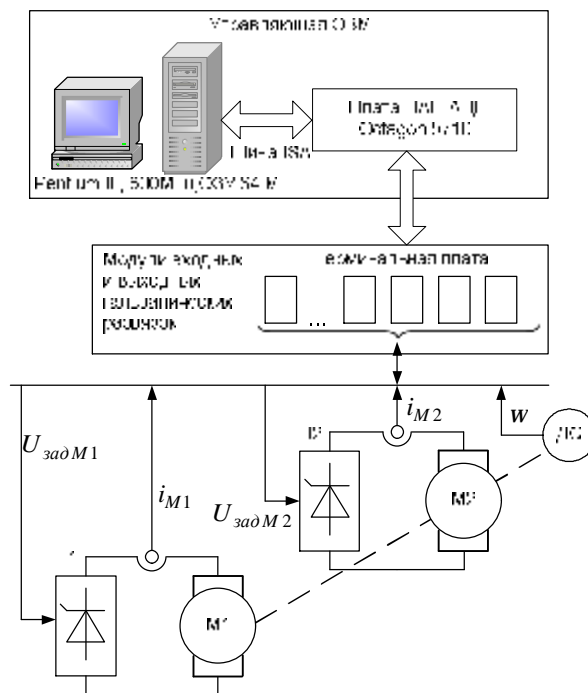


Рисунок 1 – Функциональная схема экспериментального стенда

Система управления электроприводом реализована на управляющей ЭВМ, в качестве которой выступает персональный компьютер Pentium III (600 МГц). Аналого-цифровое преобразование сигналов обратных связей и цифро-аналоговое преобразование управляющих воздействий осуществляется платой 5710 Octagon Systems. На выходах ЦАП и входах АЦП установлены модули гальванической развязки фирмы Analog Devices, обеспечивающие полосу пропускания 10 кГц.

Система управления положением построена по

принципу підчиненого регулювання координат і включає в себе регулятор тока з пропорційно-інтегральною структурою, пропорційні регулятори швидкості і положення (РП), з постійним коефіцієнтом посилення. В кінці обробки заданого переміщення РП відключається, всі регулятори шунтуються. Структура системи управління навантажувальною машиною представлена конструктором тока, призначеним для формування збуджуючого впливу.

Зібрана в пакеті МАТЛАБ з допомогою програми Real Time Workshop [7] структурна схема системи управління досліджуваною і навантажувальною машиною компілюється в виконуваний файл, який потім переноситься на керуючу ЕВМ, працюючу під управлінням операційної системи (ОС) реального часу QNX 4.25. Вся ця процедура займає не більше 2-3 хвилин.

Благодаря використанню ОС реального часу QNX, розробленої для високонадійливих програм, вдалося гарантувати бажане час виконання керуючої програми. Надійність QNX забезпечується її архітектурою, побудованою на основі мікроядра.

Крім функції управління, на систему возло-

жені ще і функції візуалізації з можливістю оперативного управління системою з клавіатури комп'ютера. Передбачена можливість запису сигналів з заданою історією. Кількість записуваної інформації обмежується об'ємом оперативної пам'яті, виділеною для цієї задачі. На даній установці для неї виділяється 16 МБ при загальному об'ємі оперативної пам'яті 64 МБ. Для запису координат однієї точки перехідного процесу одного сигналу потрібно 4 байти. Максимальна тривалість реєстрації залежить від частоти реєстрації і кількості реєструваних сигналів. Наприклад, при частоті 2 кГц тривалість реєстрації 10 сигналів складе 209,7 секунди, 5 сигналів – вдвічі більше і т.д.

Перегляд, аналіз, фільтрація, перетворення і подальша обробка зареєстрованих сигналів здійснюється також з допомогою системи МАТЛАБ в операційній системі Windows.

На рис. 2 показані графіки перехідних процесів тока якоря, швидкості, положення і сигналів задачі на ці координати, формуваних цифровим керуючим пристроєм за законом, оптимальним за тепловими втратами.

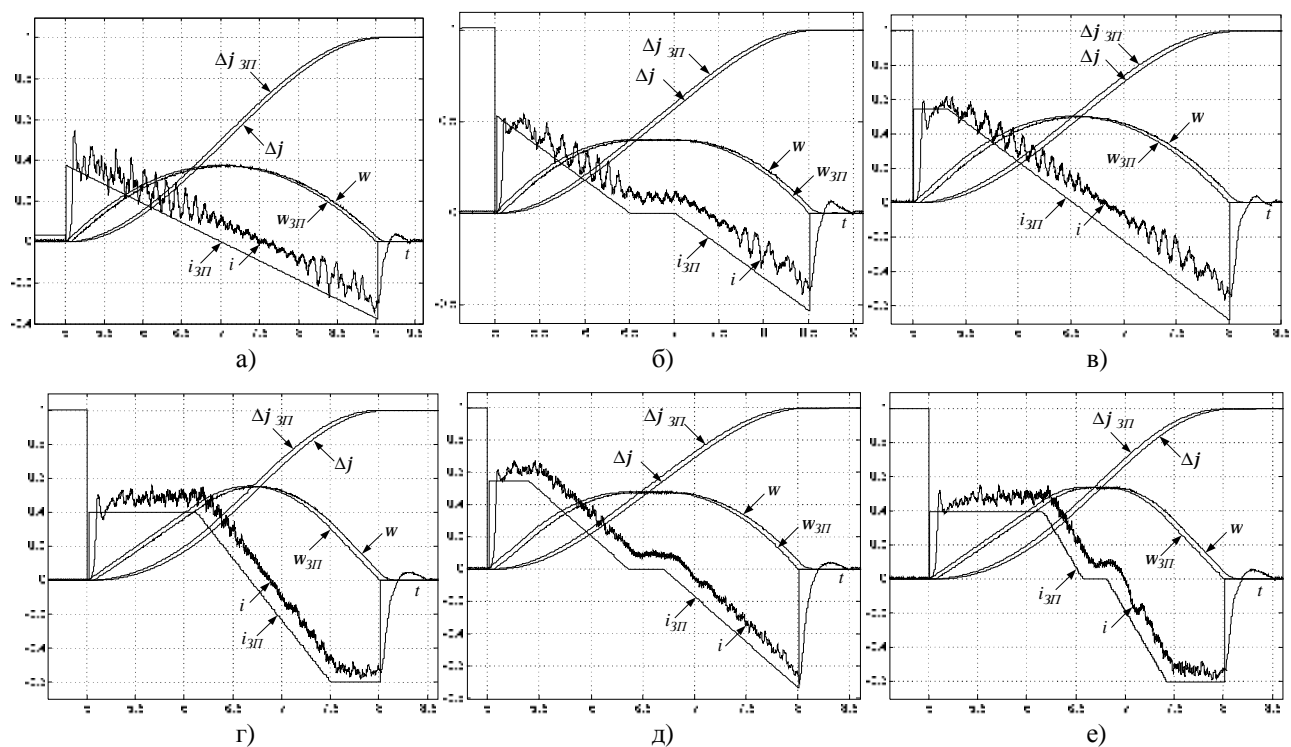


Рисунок 2 – Графіки перехідних процесів оптимальних за тепловими втратами діаграм позиційного електропривода з урахуванням обмеження на координати:

- а) без обмежень; б) обмеження швидкості; в) обмеження тока при розгоні;
- г) обмеження тока і при розгоні і при гальмуванні; д) обмеження тока при розгоні і швидкості;
- е) обмеження тока при розгоні, гальмуванні і обмеження швидкості

На графиках приняты следующие обозначения: $i_{зП}$, $\omega_{зП}$, $\Delta\phi_{зП}$ – задания на динамический ток, скорость и положение, сформированные задатчиком положения; i , ω , $\Delta\phi$ – ток, скорость и положение, полученные системой управления электропривода, при отработке задания от ЗП.

Система управления работает с периодом дискретности 0,5 мс. При этом малая некомпенсируемая постоянная времени электропривода составляет 5 мс. Использование такого периода дискретности позволяет рассматривать цифровую систему управления как аналоговую и не учитывать влияние периода дискретности цифровой ЭВМ при синтезе регуляторов.

Однако, вычислительные мощности существующих систем управления (или другие объективные причины) могут не позволить реализовать предлагаемый ЗП с таким периодом дискретности. Поэтому, в данном эксперименте также осуществлялась проверка возможности работы ЗП с большими периодами дискретности. Так, для графиков, приведенных на рис. 2 ЗП формирует задание на положение, осуществляет расчет и производит необходимую коррекцию сигнала задания с периодом дискретности 10 мс.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

1. Костенко В.И., Коцегуб П.Х., Розкаряка П.И., Толочко О.И. Формирование оптимальных по нагреву диаграмм отработки заданных перемещений при наличии постоянного статического момента на валу двигателя // Вісник Національного Технічного Університету "Харківський політехнічний інститут". – Харків: НТУ "ХПІ", 2002, №12. – Т.2. – С. 350-354.

2. Карнюшин Л.В., Пышкало В.Д., Рогачев А.И. Области существования оптимального управления электроприводами // Электромашиностроение и электрооборудование. Выпуск 15. – К.: Техника, 1972. – С. 3-8.

3. Розкаряка П.И. Коррекция оптимальных по тепловым потерям диаграмм отработки перемещений с учетом эффекта квантования по времени // Збірник наукових праць ДонНТУ. Серія: "Електротехніка і енергетика". – Випуск 112: Донецьк: ДонНТУ, 2006. – С. 71-75.

4. Толочко О.И., Коцегуб П.Х., Розкаряка П.И. Повышение точности цифрового интегрирования при реализации оптимальных алгоритмов управления позиционным приводом. – Электромашиностроение та електрообладнання. – К.: Техніка. – 2006. – Випуск 66. – С. 66-68.

5. Толочко О.И., Коцегуб П.Х., Розкаряка П.И. Особенности цифровой реализации оптимальных алгоритмов управления позиционным электроприводом // Вісник Кременчуцького державного політехнічного університету. – Кременчук: КДПУ. – 2006. – №3 (38). Ч. 1. – С. 8-11.

6. Толочко О.И., Розкаряка П.И., Кателло З.И. Численное решение алгебраического уравнения в реальном времени при реализации оптимального алгоритма управления позиционным электроприводом // Науковий вісник НГУ. – 2006. – №6. – С. 91-94.

7. Коцегуб П.Х., Толочко О.И., Федоряк Р.В. Практическая реализация цифровых САУ в среде пакета МАТЛАБ с использованием платформы реального времени «QNX TARGET» // Вісник Національного Технічного Університету "Харківський політехнічний інститут". – Харків: НТУ "ХПІ", 2002, №12. – Т.1. С. 98-101.

Стаття надійшла 15.04.2007 р.