

ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДОМ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ З РІЗНИМИ УМОВАМИ НАЛАШТУВАННЯ КОНТУРІВ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Досліджено вплив параметрів налагодження контурів регулювання електропривода постійного струму підпорядкованого керування на його показники якості та характер перехідних процесів.

Ключові слова: електропривод постійного струму, система підпорядкованого керування, якість перехідного процесу.

Abstract

The influence of the parameters of adjustment of the control circuits of the electric drive of the direct current of subordinate control on its quality indices and the nature of the transient processes is investigated.

Keywords DC drive, subordinate control system, quality of the transient process.

Вступ

Одна з проблем сьогодення – зменшення використання енергоресурсів. А одним з найбільших споживачів електричної енергії є електроприводи. Достатньо велику частку серед останніх займають електроприводи постійного струму.

Неоптимальне налагодження систем керування електроприводами призводить до надлишкових витрат електричної енергії, а крім того відпрацювання заданих координат реалізується не в повній мірі, присутніми є перерегулювання, зменшені запасу стійкості, стрибки при пуску [1] – [3]. При цьому зменшується і надійність самого електропривода.

Одними з найбільш поширених електроприводів постійного струму є електроприводи з підпорядкованим керуванням координат. Тому дослідження системи керування електроприводом постійного струму з різними умовами налаштування контурів є задачею актуальною.

Метою роботи є дослідження впливу параметрів налагодження контурів системи керування електроприводом постійного струму підпорядкованого керування на якість, стійкість та динаміку електроприводу.

Результати дослідження

Для дослідження обрана система ТП-Д з двома контурами регулювання:

- 1) внутрішній – за струмом якоря;
- 2) зовнішній – за кутовою швидкістю.

Дослідження проводилися для двигуна серії П91 потужністю 55 кВт та швидкістю обертання 1500 об/хв.

За результати налагодження контуру струму його параметри налагодження мають такі значення: $k_{cc} = 0,02$; $T_{\mu c} = 0,009$ с.

Досліджено поведінку системи електропривода при оптимальних параметрах контуру струму та при зміні коефіцієнта підсилення k_{cc} та сталої часу $T_{\mu c}$. Результати подано в таблиці 1, в якій: h_{max} – максимальне значення перехідної характеристики; $h_{уст}$ – усталене значення перехідної характеристики; t_{mn} – час виходу перехідної характеристики на усталене значення; t_{ny} – час першого узгодження перехідної характеристики; σ – перерегулювання.

Таблиця 1 – Узагальнені дані налагодження контуру струму на модульний оптимум

k_{cc}	$T_{\mu c}, c$	h_{max}	$h_{уст}$	t_{nn}, c	t_{ny}, c	$\sigma, \%$
$k_{cc} = var$ та $T_{\mu c} = T_{\mu c-opt} = 0,09 c$						
0,005	0,09	207,56	198,68	0,106	0,042	4,49
0,01	0,09	104,32	99,84	0,106	0,042	4,49
0,02	0,09	52,16	49,92	0,106	0,042	4,49
0,04	0,09	26,08	24,96	0,106	0,042	4,49
0,08	0,09	12,52	11,98	0,106	0,042	4,49
$k_{cc} = k_{cc-opt} = 0,02$ та $T_{\mu c} = var$						
0,02	0,0025	52,16	50	0,027	0,012	4,32
0,02	0,0045	52,16	50	0,049	0,021	4,32
0,02	0,018	52,16	50	0,196	0,084	4,32
0,02	0,036	52,16	49,94	0,415	0,168	4,46

Досліджено поведінку системи електропривода при оптимальних параметрах контуру швидкості та при зміні коефіцієнта підсилення $k_{ув}$ та сталої часу $T_{\mu uv}$. Результати подано в таблиці 2 та таблиці 3.

Таблиця 2 – Узагальнені дані налагодження контуру швидкості на модульний оптимум

k_{uv}	$T_{\mu uv}, c$	h_{max}	$h_{уст}$	t_{nn}, c	t_{ny}, c	$\sigma, \%$
$k_{uv} = var$ та $T_{\mu uv} = T_{\mu uv-opt} = 0,019 c$						
0,025	0,019	44,73	40	0,21	0,08	4,32
0,03	0,019	34,43	33	0,21	0,09	4,32
0,06	0,019	17,74	17	0,21	0,09	4,32
0,12	0,019	8,66	8,3	0,21	0,08	4,32
0,25	0,019	4,2	4	0,21	0,08	4,32
$k_{uv} = k_{uv-opt} = 0,06$ та $T_{\mu uv} = var$						
0,06	0,00475	17,73	17	0,052	0,022	4,32
0,06	0,0095	17,73	17	0,104	0,044	4,32
0,06	0,038	17,74	17	0,42	0,18	4,32
0,06	0,095	17,74	17	1,05	0,45	4,18

Таблиця 3 – Узагальнені дані налагодження контуру швидкості з фільтром на вході на симетричний оптимум

k_{uv}	$T_{\mu uv}, c$	h_{max}	$h_{уст}$	t_{nn}, c	t_{ny}, c	$\sigma, \%$
без фільтра						
0,06	0,019	24,4	17	0,34	0,058	43,79
з фільтром						
$k_{uv} = var$ та $T_{\mu uv} = T_{\mu uv-opt} = 0,019 c$						
0,025	0,019	43,44	40	0,409	0,14	8,59
0,03	0,019	35,86	33	0,409	0,14	8,67
0,06	0,019	18,42	17	0,409	0,14	8,34
0,12	0,019	9	8,3	0,409	0,14	8,7
0,25	0,019	4,35	4	0,409	0,14	8,7
$k_{uv} = k_{uv-opt} = 0,06$ та $T_{\mu uv} = var$						
0,06	0,00475	18,31	17	0,07	0,036	7,88
0,06	0,0095	18,4	17	0,2	0,07	8,34
0,06	0,039	18,32	17,03	0,91	0,3	7,55
0,06	0,095	18,42	17,03	2,12	0,71	8,18

Досліджено динаміку електропривода.

Встановлено, що за умови налагодження контуру швидкості на модульний критерій за умови неоптимальних параметрів контуру струму та оптимальних параметрів контуру швидкості:

1) при зменшенні коефіцієнта підсилення контуру струму: спостерігаються коливальні процеси під час перехідних режимів та збільшення пускових струмів; похибка системи електропривода зменшується; при суттєвому зменшенні коефіцієнта підсилення контуру струму коливальні процеси струму носять розбіжний характер, а швидкості та ЕРС наближаються до усталеного значення лише зі збільшенням часу перехідного процесу та суттєвими коливаннями. Такі перехідні процеси є недопустимими;

2) при збільшенні коефіцієнта підсилення контуру струму: суттєво збільшується похибка регулювання, що призводить до неточного відпрацювання кутової швидкості та ЕРС двигуна;

3) зменшення сталої часу контуру струму майже не впливає на характер перехідних процесів;

4) при збільшенні сталої часу контуру струму: спостерігаються коливальні процеси під час перехідних режимів та збільшення пускових струмів; коливальні процеси пристуні навіть під час усталених режимів; похибка системи електропривода збільшується; при великих значеннях сталої часу контуру струму такі перехідні процеси є недопустимими.

Встановлено, що за умови налагодження контуру швидкості на модульний критерій за умови неоптимальних параметрів контуру швидкості та оптимальних параметрів контуру струму:

1) при зменшенні коефіцієнта підсилення контуру швидкості: спостерігаються коливальні процеси під час перехідних режимів та збільшення пускових струмів; похибка системи електропривода збільшується; при суттєвому зменшенні коефіцієнта підсилення контуру швидкості коливальні процеси струму носять збіжний характер, але з великою амплітудою, а швидкості та ЕРС наближаються до усталеного значення лише із збільшенням часу перехідного процесу та суттєвими коливаннями. Такі перехідні процеси є недопустимими;

2) при збільшенні коефіцієнта підсилення контуру швидкості: похибка регулювання зменшується, але носить коливальний збіжний характер. При подальшому збільшенні коефіцієнта підсилення контуру швидкості похибка носить коливальний розбіжний характер; перехідний процес струму носить розбіжний коливальний характер; такі перехідні процеси є недопустимими;

3) зменшення сталої часу контуру швидкості майже не впливає на характер перехідних процесів;

4) при збільшенні сталої часу контуру швидкості: спостерігаються коливальні процеси під час перехідних режимів та збільшення пускових струмів; коливальні процеси пристуні навіть під час усталених режимів; похибка системи електропривода збільшується; при великих значеннях сталої часу контуру швидкості такі перехідні процеси є недопустимими.

Встановлено, що за умови налагодження контуру швидкості на симетричний критерій за умови неоптимальних параметрів контуру струму та оптимальних параметрів контуру швидкості, можна встановити, що:

1) при зменшенні коефіцієнта підсилення контуру струму: спостерігаються коливальні процеси під час перехідних режимів та збільшення пускових струмів; похибка системи електропривода зменшується; при суттєвому зменшенні коефіцієнта підсилення контуру струму коливальні процеси струму носять розбіжний характер, а швидкості та ЕРС наближаються до усталеного значення лише із збільшенням часу перехідного процесу та суттєвими коливаннями. Такі перехідні процеси є недопустимими;

2) при збільшенні коефіцієнта підсилення контуру струму похибка регулювання збільшується;

3) зменшення сталої часу контуру струму майже не впливає на характер перехідних процесів;

4) при збільшенні сталої часу контуру струму: спостерігаються коливальні процеси під час перехідних режимів та збільшення пускових струмів; коливальні процеси струму пристуні навіть під час усталених режимів, але носять збіжний характер; похибка системи електропривода збільшується; при великих значеннях сталої часу контуру струму такі перехідні процеси недопустимі.

Встановлено, що за умови налагодження контуру швидкості на симетричний критерій за умови неоптимальних параметрів контуру швидкості та оптимальних параметрів контуру струму:

1) при зменшенні коефіцієнта підсилення контуру швидкості: збільшуються усталені значення швидкості та ЕРС; похибка системи електропривода збільшується; збільшується значення пускових струмів;

2) при збільшенні коефіцієнта підсилення контуру швидкості: зменшуються усталені значення швидкості та ЕРС; похибка регулювання зменшується, але носить коливальний збіжний характер. При подальшому збільшенні коефіцієнта підсилення контуру швидкості похибка носить коливальний розбіжний характер; перехідний процес струму носить розбіжний коливальний характер; при великих коефіцієнтах підсилення контуру швидкості такі перехідні процеси є недопустимими;

- 3) зменшення сталої часу контуру швидкості майже не впливає на характер перехідних процесів;
- 4) при збільшенні сталої часу контуру швидкості: спостерігаються коливальні процеси під час перехідних режимів та збільшення пускових струмів; коливальні процеси приступні навіть під час усталених режимів; похибка системи електропривода збільшується; при великих значеннях сталої часу контуру швидкості такі перехідні процеси недопустимі.

Висновки

В роботі досліджено, як змінюються параметри системи електропривода підпорядкованого керування при зміні коефіцієнтів підсилення та сталих часу контурів регулювання (струму якоря та швидкості). Досліджені показники якості електропривода та показники в динаміці.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Кояин Н.В. Оптимизация контуров регулирования систем электропривода по типовым методикам / Н.В. Кояин, О.П. Мальцева, Л.С. Удут // Известия Томского политехнического университета. – 2005. – Т.308. – №7. – С. 120-125. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.duskyrobin.com/tpu/2005-07-00030.pdf>
2. Оптимізація типових контурів регулювання – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://studfiles.net/preview/5685680/page:27/>
3. Грабко В. В. Системи керування електроприводами. Розрахунок системи підпорядкованого керування електроприводом постійного струму. Курсове та дипломне проектування [Текст] : навчальний посібник / В. В. Грабко, М. П. Розводюк, В. В. Грабко. – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 89 с.

Розводюк Михайло Петрович – к.т.н., доцент, доцент кафедри електромеханічних систем автоматизації в промисловості і на транспорті, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, rozvodiukmp@gmail.com

Нич Богдан Юрійович – студент групи ЕПА-16м, факультет електроенергетики та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, masterrr2653@gmail.com

Rozvodiuk Mykhailo P. – Cand. Sci (Tech.), Associate Professor, Department of electromechanical systems automation in industry and transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: rozvodiukmp@gmail.com

Nick Bogdan Yu. – Faculty of Electricity and Electromechanics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, masterrr2653@gmail.com