

УДК 62-83-523:621.771.22

І.М. Задорожня, канд.техн.наук, М.О. Задорожній, канд.техн.наук, К.А. Перелома, О.О. Азарін, А.О. Рудніков

Донбаська державна машинобудівна академія, Україна

АНАЛІЗ ПРОЦЕСІВ ПЕРЕТВОРЕННЯ ЕНЕРГІЇ В ЕЛЕКТРОПРИВОДАХ МАШИН З МЕТОЮ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

I.M. Zadorozhnyia, Ph. D, M.O. Zadorozhniij, Ph. D, K.A. Pereloma, O.O. Azarin, A.O. Rudnikov

ANALYSIS OF THE ENERGY CONVERSION PROCESS IN THE ELECTRIC DRIVES OF MACHINES FOR SAVING ENERGY

Сучасний регульований електропривод є основним структурним елементом автоматизації технологічних машин. Електропривод (ЕП) інтегрував в собі всі технічні досягнення в області електромашинобудування, силової перетворювальної електроніки, засобів систем управління та обчислювальної техніки, але суттєвий вплив на властивості приводів спричиняють додаткові динамічні навантаження, що є слідством коливальних у пружних ланках електромеханічних систем (ЕМС).

Негативний вплив пружних ланок проявляється в істотному зростанні динамічних навантажень коливального характеру на електричне та механічне обладнання з відхиленням перехідних процесів від тих, що вимагається технологією і різким скороченням терміну служби деталей механічних передач за зносом і витривалістю.

Обмеження динамічних навантажень у електромеханічній системі, забезпечення заданої точності руху виконавчих органів машин з пружними ланками передач є фундаментальними завданнями електроприводу [1]. Тобто актуальною є задача оптимізації динаміки електроприводу, коли в результаті електромеханічного перетворення, енергія пружних коливальних відводиться в електричну підсистему і в процесі досягнення рівноважного стану перерозподіляється, а надлишок розсіюється або повертається в мережу [2], що дозволить оптимізувати ЕМС за критерієм мінімуму коливальності і часу дії навантажень на основі фізичних закономірностей демпфірування коливальних.

Дослідженнями встановлено, що в електроприводах з пружними ланками розрахункові формули оптимальних технічних налаштувань регуляторів використовувати недоцільно, оскільки вони не враховують додаткових складових перехідних процесів руху при збудженні пружних коливальних. Високу точність і максимально можливу швидкодію в ЕП вдається забезпечити, якщо при його проектуванні аналізується вплив на динаміку пружних властивостей механічних передач та здійснюється оптимізація параметрів систем підпорядкованого регулювання (СПР) з метою демпфірування пружних механічних коливальних за рахунок посилення електромеханічного зв'язку відповідно до теорії електромеханічної сумісності процесів [3]. Зниження амплітуди коливальних складових моментів двигуна і пружної передачі механізму, а також часу дії пікових динамічних навантажень значно збільшує термін служби механічного та електричного обладнання електроприводу і сприяє більш надійному функціонуванню машин і механізмів, скороченню енергетичних витрат. Ефективними напрямками енергозбереження та підвищення коливальності координат ЕП є напрямки конструктивних, механічних, електро-технічних способів демпфірування пружних механічних коливальних. Економічно доцільним і технічно пріоритетним напрямком активного гасіння пружних механічних коливальних є синтез електромеханічних систем з реалізацією демпфуючого ефекту

електропривода з мінімізацією коливальності та розробка практичних рекомендацій щодо вибору структур і параметрів систем автоматичного керування [4]. Визначення граничного ступеня демпфуючої дії власне електроприводу при збудженні пружних механічних коливань розглядається стосовно структурній схемі з СПР. В теорії електроприводу при дослідженні демпфуючої дії електроприводу його фізично представляють аналогом в'язкого тертя, тобто для лінійної залежності електромагнітного моменту від швидкості двигуна зовнішній контур СПР повинен мати пропорційний регулятор швидкості. При аналізі граничних значень демпфуючої дії з боку автоматизованого електроприводу нехтуємо силами зовнішнього і внутрішнього тертя в механічній частині, зазори механічної передачі при перехідних процесах не розмикаються, регулятори відпрацьовують зовнішні збурення на лінійних ділянках характеристик.

Оптимізацію динамічних процесів при пружних механічних коливаннях для відповідних передавальних функцій досить виконати за характеристичним поліномом, що отримано на підставі структурної системи з підлеглим регулюванням координат. Показники якості перехідних процесів у фізичному сенсі пов'язані з перехідними характеристиками типових коливальних ланок і математично залежать від розташування коренів характеристичного рівняння. Інженерною оцінкою досягнення оптимальності перехідних процесів за тими чи іншим критеріями є процеси, реалізовані в електромеханічній системі на підставі стандартних форм характеристичних поліномів. Використовуючи при синтезі систем набір варіантів розподілу коренів характеристичного полінома, можна отримати процеси з допустимими межами показників якості демпфірування пружних коливань. Варіанти розподілу коренів дозволяють забезпечувати перехідні процеси від монотонних до коливальних з певним загасанням і значенням часу регулювання. При синтезі електромеханічних систем мінімальної коливальності моменту і швидкості пружної механічної підсистеми слід брати до уваги компромісні показники якості інших координат, необхідних технологічним процесам, тобто якщо виходити з бажаних перехідних процесів з максимальним загасанням пружних механічних коливань необхідно обирати поліном з симетричним розподілом коефіцієнтів.

Література

1. Ключев В.И., Жильцов Л. В., Калашников Ю. Т. Состояние и перспективы развития теории электропривода с упругими механическими связями. – Электричество, 1981, №7, С. 28-32.
2. Задорожня И.Н. Анализ условий предельной степени демпфирования колебаний в электромеханической системе с упругими связями / Задорожня И.Н., Задорожний Н.А. // Вісник Національного технічного університету “Харківський політехнічний інститут”. – Харків: НТУ “ХПІ”, 2010. – Вип. 28. – С. 210 – 213.
3. Задорожний Н. А. Оптимизация процессов преобразования энергии электромеханического взаимодействия в электроприводах с упругими связями / Задорожний Н.А., Задорожня И.Н. // Тематический выпуск «Проблемы автоматизированного электропривода. Теория и практика» научно-технического журнала «Электроинформ». – Львов: Экоинформ, 2009. – С 80-81.
4. Задорожний Н.А. Анализ и синтез электромеханических систем управления приводом машин с упругими механическими связями: учебное пособие по дисциплине «Теория электропривода» для студентов специальности «Электромеханические системы автоматизации и электропривод» всех форм обучения / Задорожний Н.А., Задорожня И.Н. – Краматорск: ДГМА, 2010. – 192 с.