

УДК 62-83-523:621.771.22

**І.М Задорожня, канд.техн.наук, доц., О.Д. Кравцов, Є.Г. Посоха**  
Донбаська державна машинобудівна академія, Україна

## **ОПТИМІЗАЦІЯ ПЕРЕХІДНИХ ПРОЦЕСІВ В ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ СИСТЕМАХ ПІДЙОМНО-ТРАНСПОРТНИХ МАШИН З МЕТОЮ ОБМЕЖЕННЯ ЕНЕРГОВИТРАТ**

**I.M. Zadorozhnyia, Ph. D, Assoc. Prof., O.D. Kravtsov, E.G. Posoha**  
**OPTIMIZATION OF TRANSIENT PROCESSES IN ELECTROMECHANICAL SYSTEMS CRANES TO REDUCE ENERGY CONSUMPTION**

Основним структурним елементом автоматизації підйомно-транспортних операцій машинобудівного і металургійного виробництва є кранові механізми, що функціонують за заданим алгоритмом технологічного режиму. Одним з основних напрямів вдосконалення режимів роботи та конструкцій кранів є підвищення безпеки експлуатації та продуктивності.

В якості локальних систем автоматизації технологічних машин використовується сучасний регульований комплектний електропривод, в якому інтегровані всі технічні досягнення електромашинобудування, силової перетворювальної техніки, засобів систем управління і обчислювальної техніки. Однак практична реалізація заявлених динамічних можливостей компонентів відповідного нового рівня якості управління і регулювання виявилось проблематичним через взаємозв'язку і взаємного впливу на динаміку електромеханічної системи особливостей електромагнітної підсистеми і пружних механічних ланок кінематичних передач. Негативний вплив пружних ланок в механічній підсистемі електроприводу проявляється в істотному зростанні динамічних навантажень коливального характеру на електричне і механічне обладнання з відхиленням перехідних процесів від запропонованих технологією.

Підвищення вимог до швидкодії, точності та надійності машин вимагає від інженерів пошуку нестандартних рішень з побудови систем керування та розробки оригінальних алгоритмічних рішень керуючих контролерів для функціонування електроприводів кранів для енергозбереження.

Однією з причин неоптимального виконання технологічних процесів крановими механізмами полягає у складностях синхронізації багатодвигунного електроприводу, що особливо актуально при значних потужностях машин, бо суттєво впливає на якість роботи обладнання та рівень динамічного навантаження [1, 2]. За умов відсутності синхронізації коректна робота механізмів крана взагалі може бути неможливою, оскільки призводить до погіршення характеристик енергоспоживання обладнання, підвищенню струмового навантаження на живлючу мережу, активні випрямлячі, моторні модулі та двигуни, до різкого скорочення терміну служби деталей механічних передач по зносу і витривалості [3].

З метою усунення вищевказаних проблем синхронізації пропонується розробка та використання альтернативної системи вирівнювання моментів окремих приводів багатодвигунного електроприводу, що базується на отриманні сигналу швидкості від оператора крана, який після обробки та передачі на суматори виступить завданням для внутрішнього контуру швидкості моторного модуля с послідуною корекцією за рахунок пропорційно-інтегрального регулятора [4]. Таким чином, пропорційно-інтегральний регулятор в межах припустимих значень виконує корегування завдання за швидкістю відповідного електроприводу на значення, що дорівнює неузгодженості між

поточним середнім моментом всіх працюючих електродвигунів і поточним моментом кожного конкретного електродвигуна, що перевірялося для приводу підйому крана.

Послідовність настроювання електроприводів підйому крана для забезпечення оптимальних динамічних процесів має свої особливості. Попереднє налаштування контурів струму і швидкості електроприводів підйому крана в ході проведення пусконаладжувальних робіт виконувалося в режимі автоматичної ідентифікації електроприводом статичних і динамічних параметрів електродвигунів. Також був створений найважчий динамічний режим для електроприводів підйому крана: електромеханічна система мала мінімальну жорсткість механічної зв'язку при мінімальному співвідношенні інерційних мас механізму. У якості джерела зворотного зв'язку за швидкістю для всіх приводів встановлювався імпульсний датчик швидкості на валу відповідного двигуна. Система синхронізації моментів відключалася, на привод подавалося ступеневе завдання, а за отриманими осцилограмами проводилася оцінка динамічних характеристик кожного електроприводу і їх відмінність між собою. Потім проводилося настроювання коефіцієнтів регуляторів контурів швидкостей і контурів струмів електроприводів з метою отримання ідентичних перехідних процесів у всіх електроприводах головного підйому. Після встановлення коефіцієнтів регуляторів всіх електроприводів для електроприводу першого двигуна в якості джерела зворотного зв'язку за швидкістю встановлювалася внутрішня математична модель двигуна, тобто привод переводився в режим роботи без датчика, а характер перехідних процесів починав значно відрізнятися від налаштованих раніше трьох інших електроприводів. Після цього проводилася настройка коефіцієнтів регулятора швидкості першого електроприводу для режиму роботи без датчика з метою отримання ідентичних перехідних процесів у всіх електроприводах головного підйому. Після встановлення коефіцієнтів регулятора швидкості першого електроприводу, проводилося настроювання коефіцієнтів регулятора швидкості другого двигуна і аналогічні дії виконувалися для третього і четвертого електроприводів.

**Висновки.** Результати досліджень показали, що запропонований алгоритм синхронізації забезпечив статичну неузгодженість моментів не більше 1% від номінального моменту двигуна, що для умов практичного застосування є прийнятним результатом [4]. За рахунок технічних особливостей реалізації (виконання програми синхронізації моментів) знижується рівень динамічних навантажень на обладнання крана, скорочується час циклу керуючого контролера, що позитивно позначається на роботі об'єкта в цілому, підвищуючи його енергоефективність.

### **Література**

1. Перельмутер В. М. Тиристорные электроприводы прокатных станов / В. М. Перельмутер, Ю. Н. Брауде, Д. Я. Перчик, В. М. Книгин. – М. : Металлургия, 1978. – 152 с.
2. Макурин А. В. Практическая реализация системы синхронного вращения приводов перемещения мостового крана / А. В. Макурин // Вестник Нац. техн. ун-та "ХПИ": сб. науч. тр. Темат. вып.: Проблемы автоматизированного электропривода. – Харьков: НТУ "ХПИ". – 2013. – № 36 (1009). – С. 217-218.
3. Рапутов М. Б. Электрооборудование металлургических кранов / М. Б. Рапутов. – М. : Металлургия, 1977. – 248 с.
4. Ребедак О.А. Особенности работы многодвигательных электроприводов кранов металлургических электрических литейных / О.А. Ребедак, Н.А. Задорожний, В.П. Верешко, С.А. Бакан // Вісник Національного технічного університету "ХПИ". – Харків: НТУ "ХПИ", 2015. – №12. – С. 190-194.