

УДК 62-83-523:621.771.22

**І.М. Задорожня, канд.техн.наук, доц., А.В. Шапаренко, А.С. Новицький, С.М. Москвін,  
М.В. Рібоженко**

Донбаська державна машинобудівна академія, Україна

### **ОПТИМІЗАЦІЯ РОБОТИ КРАНОВИХ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ СИСТЕМ З МЕТОЮ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ**

**I.M. Zadorozhnyia Ph. D, Assoc. Prof., A.V. Shaparenko, A.S. Novytskyi, S.M. Moskvina,  
M.V. Rybozhenko**

### **OPTIMIZATION OF THE WORK OF CRANE ELECTROMECHANICAL SYSTEMS WITH THE PURPOSE OF ENERGY SAVING**

З підвищенням технічних вимог до сучасних підйомно-транспортних машин і кранових електроприводів все більшою мірою проявляється взаємний вплив електроприводу як змінного, так і постійного струму і механічної частини машини. Показники якості регулювання, а часто і технічні дані машини визначаються не тільки технічними можливостями електроприводу, а й ступенем такого впливу [1]. У ряді випадків працездатність машин, спроектованих без урахування впливу механізму на електропривод, в реальних умовах експлуатації виявляється обмеженою. Пружні механічні ланки електроприводу вантажопідйомних машин в динамічних режимах роботи збуджують коливання його координат з технологічними помилками точності, зростанням навантажень на передачі та електродвигун, збільшенням енергетичних витрат.

З метою зниження навантажень на кранові механізми та зменшення енергоспоживання в рамках досліджень було розглянуто порталний кран КПП 16/20/32 для корекції траєкторії переміщення вантажу. Портальний кран КПП 16/20/32 відноситься до крюкових кранів з можливістю установки грейфера і має шарнірно-зчленовану стрілу з постійною висотою підвісу вантажу. Тому одним з найважливіших задач при розробці системи автоматизації кранового механізму є обмеження вильоту стрілової системи в залежності від маси вантажу для запобігання перекидання крана.

При дослідженнях вивчалася проблематика захисту крана від перекидання, для чого здійснювався пошук аналітичного виразу, що описує залежність вильоту стрілової системи від показань датчика кута нахилу [2]. У реальному об'єкті в промислових умовах вимір вильоту стріли здійснювався за допомогою датчика кута нахилу, встановленого в місці з'єднання стрілової системи крана з колоною, результат вимірювання якого з промислової мережі Profibus DP передавався в керуючий контролер серії S7-300 фірми Siemens. При теоретичних дослідженнях для розробки моделі механічної частини стрілової системи порталного крана в якості засобу аналізу механічної частини використовувався пакет SimMechanics середовища MATLAB Simulink [3, 4]. Координати точок з'єднання рухомих частин стрілової системи були використані із збірного креслення порталного крана і в результаті моделювання роботи стрілової системи отримана крива залежності вильоту стрілової системи від кута нахилу нижньої балки. Далі в середовищі MATLAB була написана програма апроксимації кривої залежності вильоту стрілової системи від кута нахилу нижньої балки поліномами першого, другого, третього і четвертого порядків і зроблено оцінку абсолютної і відносної похибок обчислень вильоту стріли. Розрахунок абсолютної похибки обчислення вильоту стрілової системи знаходився як різниця між дійсним вильотом стріли і розрахованим за допомогою полінома. Розрахунок відносної похибки обчислення вильоту стрілової системи знаходився як відношення абсолютної похибки до максимального вильоту стрілової системи крана. Як показав аналіз, для подальшого використання найбільш придатними виявилися поліноми третього і четвертого порядків, а підвищення порядку полінома призводило до незначного збільшення точності обчислень.

Аналіз числових результатів досліджень показав, що горизонтальна траєкторія вантажу не є ідеальною [5], сприяючи зміні потенційної енергії вантажу при зміні вильоту стрілової системи. Дані навантаження негативно позначаються на терміні служби стрілової системи при одночасному збільшенні витрат електроенергії, скорочують інтервали обслуговування обладнання. Також на основі математичної моделі механічної частини стрілової системи

портального крана була отримана залежність висоти кінця стріли від кута нахилу нижньої балки стрілової системи, де для виключення негативного впливу нелінійності горизонтальній траєкторії вантажу на енергетичні характеристики крана була реалізована компенсація нелінійності в системі управління за допомогою електроприводу підйому вантажу. Для цього в середовищі MATLAB була написана програма, яка здійснює апроксимацію кривої залежності висоти кінця стріли від кута нахилу нижньої балки поліномами третього, четвертого і п'ятого порядків і виконана оцінка абсолютної і відносної похибок обчислень. Для практичного використання був обраний поліном п'ятого порядку, за допомогою якого в керуючій програмі контролера проводилося коригування сигналу завдання на привід підйому для лінеаризації горизонтальній траєкторії переміщення вантажу.

**Висновки.** В результаті запропонованих рішень було мінімізовано вплив конструктивних особливостей стрілової системи портального крана на економічність і довговічність роботи механізму зміни вильоту стріли крана. З практичної точки зору визначення полінома, що описує залежність між вильотом стрілової системи і кутом нахилу нижньої балки, дозволило удосконалити код керуючої програми для контролера і значно знизити вплив «людського фактора» при написанні програми для автоматизованої системи керування. Практична цінність виконаних досліджень і проектних рекомендацій полягає в забезпеченні зниження динамічних навантажень на електромеханічну систему приводу зміни вильоту стріли, скорочення часу циклу керуючого контролера, зниження механічних навантажень на стрілову систему при зміні вильоту, підвищення терміну служби і збільшення надійності роботи механізму з одночасним підвищенням енергоефективності крана в цілому.

#### **Література**

1. Герасимьяк Р. П. Анализ и синтез крановых электромеханических систем / Р. П. Герасимьяк, В. А. Лещев. – Одесса : СМІЛ, 2008. – 198 с.
2. Ребедак О. А. Оптимизация работы механизма изменения вылета стреловой системы портального крана средствами современного электропривода / О. А. Ребедак, А. В. Сухомуд, Н. А. Задорожний // *Електромех. і енергозберігаючі системи.* – 2012. – Вип. 3. – С. 395–399.
3. Компьютерный анализ данных. Модели, алгоритмы, программы [Текст]: [монография] / Гришин С. И., Кириллов В. Х., Ширшков А. К.; под ред. д-ра техн. наук, проф. Кириллова В. Х. – Одесса : ВМВ, 2014. – 304 с.
4. Коротков М.С., Глушец В.А., Зырянова С.А. Моделирование рабочих движений автокрана при помощи SimMechanics и Virtual Reality Toolbox // *Exponenta Pro. Математика в приложениях.* – 2004. – № 3–4 (7–8). – С. 94–101.
5. Петухов П.З., Ксюнин Г.П., Серлин Л.Г. Специальные краны: учебное пособие для машиностроительных вузов по специальности «Подъемно-транспортные машины и оборудование». – М.: Машиностроение, 1985. – 248 с.