

РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ РОБОТИ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ МЕХАНІЗМАМИ БАШТОВОГО КРАНА

Георгій Шумілов

Київський національний університет будівництва і архітектури, Повітофлотський пр-кт 31, Київ, Україна

ALGORITHM DEVELOPMENT OF CONTROL SYSTEMS MECHANISM OF TOWER CRANE

Georgiy Shumilov

Kyiv National University of Construction and Architecture, Povitoflotsky Prospect 31, Kyiv, Ukraine

АНОТАЦІЯ. Здійснено аналіз способів керування механізмами вантажопідйомних кранів. Складено блок-схему загального алгоритму роботи мехатронної системи, яка керує механізмами зміни вильоту та підйому вантажу та визначена її суть. Розроблений алгоритм дозволяє підвищити ефективність роботи баштового крана за рахунок передачі деяких функцій керування від оператора до мехатронної системи.

Ключові слова: алгоритм роботи мехатронної системи, баштовий кран, механізм зміни вильоту, механізм підйому.

АННОТАЦИЯ. Проведен анализ способов управления механизмами грузоподъемных кранов. Построено блок-схему общего алгоритма работы мехатронной системы, которая управляет механизмами изменения вылета и подъема груза и определена ее суть. Разработанный алгоритм позволяет повысить эффективность работы башенного крана за счет передачи некоторых функций управления от оператора к мехатронной системе.

Ключевые слова: алгоритм работы мехатронной системы, башенный кран, механизм изменения вылета, механизм подъема.

SUMMARY. Purpose. The aim is to develop an algorithm robots control mechanisms of tower crane with the use of modern automation. **Methodology/approach.** In constructing the algorithm robots control mechanisms tower crane was conducted analysis of the way the control mechanisms of cranes. Conducted on the basis of analysis of the current-tion block diagram of the general algorithm robots mechatronic system. **Findings.** The result of this work is the algorithm of the mechatronic system, which controls the mechanisms of paradise and luffing tower crane lifting. Described the structure of the algorithm and its purpose. **Research limitations/implications.** The algorithm of the system control mechanisms for changing speed and load lifting, which is designed to carry cargo movement cycle with simultaneous work of these mechanisms. **Originality/value.** The developed algorithm can improve the efficiency of the tower crane is due to the transfer of certain functions from the operator control to mechatronic systems.

Key words: algorithm of the mechatronic system, tower crane, luffing mechanism, the mechanism of recovery.

Вступ

При роботі механізмів вантажопідйомних кранів досить часто виникає потреба в переміщенні вантажу на достатньо велику відстань з точним позиціонуванням вантажу в кінці руху. Крім того, переміщення та підйом вантажу бажано виконувати з найменшими навантаженнями на металоконструкції та привідні механізми. Застосовувані на теперішній час схеми керування крановими механізмами не дозволяють виконувати плавну зміну кутової швидкості, що суттєво підвищує динамічні навантаження на елементи конструкції крана, ускладнює позиціонування вантажу та підвищує втомлюваність кранівника. Процес керування крановими механізмами складається з певного порядку дій (алгоритму) оператора, правильність виконання яких забезпечить переміщення вантажу (робочого органа крана) з однієї точки в іншу.

Аналіз існуючих досліджень і публікацій

Проблема керування механізмами вантажопідйомних машин виникла від самого їх створення, але найбільш гостро вона поставала в епоху масового будівництва. Так, в кінці 50-х років розпочалось інтенсивне вивчення динаміки вантажопідйомних машин та розробка методів по зменшенню динамічних навантажень. Такі вчені як М.С. Комаров [1], М.О. Лобов [2], С.А. Казак [3], С.Т. Сергеев [4], А.О. Смахов і М.І. Ерофеев [5], Р.П. Герасимьяк і В.О. Лещов [6] та ін., не тільки внесли значний внесок в дослідження динамічних навантажень, які виникають при роботі кранових механізмів, але і запропонували способи їх усунення. По мірі аналізу причин виникнення динамічних навантажень, розроблялися схеми та способи керування приводами механізмів. Так, в роботі [7], не тільки розглянуто режими руху механізмів ван-

тажопідйомних машин та синтезовано їхні оптимальні режими роботи за різноманітними критеріями, але і запропоновані мікропроцесорні системи керування їхнім рухом. Були запропоновані різноманітні схеми та системи автоматизованого керування кранами на складах, алгоритми та програми для реалізації синтезованих законів руху.

Л.А. Невзоров, Г.Н. Пазельский, В.А. Романюха [8] розглянули та систематизували електрообладнання, яке використовується в електросхемах для керування приводами кранових механізмів, розглянуті схеми та принципи їх складання для типових кранових механізмів. Детально описані принципові ділянки електросхем та принципи вибору електрообладнання залежно від призначення кранового механізму.

Р.П. Герасимьяк і Лещьов В.О [6] розглянули складні електромеханічні системи кранових механізмів підйому та горизонтального переміщення вантажу, дали їм математичний опис, навели структурні схеми електричної та механічної частин електромеханічних систем. Запропоновані методи синтезу електромеханічних систем, що знижують їх коливання та обмежують динамічні навантаження і розгойдування вантажу після закінчення процесу пуску або гальмування механізму горизонтального переміщення. Для перевірки усіх цих положень була складена модель частотно-керованого асинхронного електродвигуна з векторним керуванням.

Ключев В.І. та В.М. Терехов [9] виділили типові електроприводи загальнопромислових механізмів, класифіковані за загальними ознаками режиму роботи, характеру навантажень, способу керування. Розглядаючи роботу машин різного призначення, були виділені загальні та принципові елементи електросхем для механізмів, залежно від умов роботи та виконуваних операцій.

В роботі [10] розглянуті способи мінімізації коливань вантажу при роботі елек-

троталі за рахунок розробки оптимальних законів руху та їхньої реалізації за допомогою схеми керування з використанням частотного перетворювача.

Проаналізувавши дослідження та розробки, що проводилися в області керування крановими механізмами, відзначено, що розроблені оптимальні закони руху кранових механізмів реалізуються неповністю, або реалізація їх за допомогою існуючих способів керування вимагає від оператора високої зосередженості, досвіду та складних навичок. Такі умови роботи погано впливають на фізіологічний стан кранівника, що стає причиною виникнення аварійних ситуацій. Відомо, що під час виконання вантажопідйомних робіт найпоширенішими є траєкторії руху, які вимагають поєднання роботи двох механізмів.

Тому, спираючись на існуючі дослідження, пропонується розробити принципову електросхему, яка б дозволяла реалізовувати керування механізмами за оптимальними законами та за рахунок простоти використання та контролю, зменшувала фізіологічну напруженість оператора.

Мета дослідження полягає в побудові алгоритму керування механізмами вантажопідйомного крана, який би забезпечував якісне та безпечне керування крановими механізмами як в комп'ютерному, так і ручному режимах, що дозволить підвищити продуктивність роботи крана в цілому та зменшити втомлюваність оператора.

Виклад основного матеріалу

Важливим питанням підвищення ефективності роботи баштового крана є передача деяких функцій керування від оператора (кранівника) до мехатронної системи. Для цього необхідно формалізувати алгоритми за якими кранівник виконує ті чи інші керуючі дії. Приведемо блок-схему загального алгоритму роботи мехатронної системи, яка керує механізмами зміни вильоту та підйому вантажу (рис 1.).

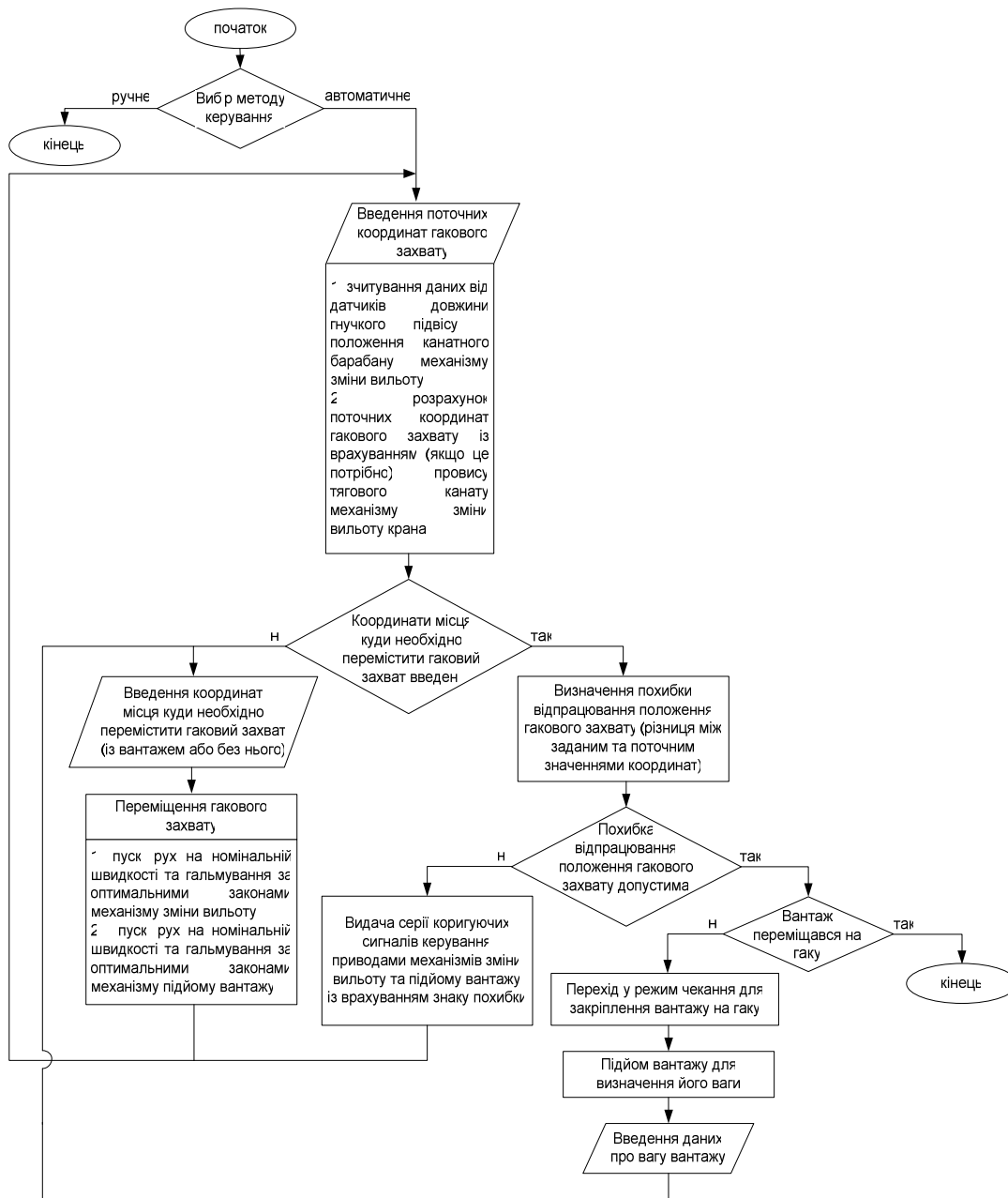


Рис 1. Блок-схема алгоритму роботи мехатронної системи баштового крана
 Fig 1. The block diagram of algorithm mechatronic systems tower crane

Дано опис алгоритму представленого на рис 1. На початку роботи система формує запит за яким кранівник бажає працювати – це або ручне або автоматичне керування. Якщо обирається ручне керування то, відбувається вихід із алгоритму, у протилежному випадку (автоматичне керування) систем буде формувати основні керуючі впливи, а кранівник залишає за собою лише функції контролю та формування керуючих впливів у аварійних ситуаціях.

Для здійснення переміщення вантажу спочатку система керування опитує датчики довжини гнучкого підвісу та кутової ко-

ординати канатного барабану механізму зміни вильоту. Ці дані відповідним чином оброблюються і визначається положення гакового захвату в системі координат, яка прив'язана до баштового крана (глобальна система координат). Надалі перевіряється умова: чи задані координати місця куди необхідно перемістити гаків захоплювач. На початку циклу переміщення такі координати ще не задані, тому вони вводяться кранівником, або, за можливості, самою системою.

Висновки

Розроблено алгоритм роботи системи керування механізмами зміни вильоту та підйому вантажу, який призначений для виконання циклу переміщення вантажу при одночасній роботі вказаних механізмів. Розроблений алгоритм підходить для випадку, коли стріла баштового крана не виконує за цикл переміщення вантажу обертового руху, якщо ж стріла переміщується, то даний алгоритм може бути включений у більш загальний алгоритм роботи мехатронної системи як один із його елементів (підпрограма для переміщення вантажу в одній площині).

Література

1. *Комаров М.С.* Динамика механизмов и машин, - М.: Машиностроение, 1969. – 206с.
2. *Лобов Н.А.* Динамика грузоподъёмных кранов. М.: Машиностроение, 1987. – 160с.
3. *Казак С.А.* Динамика мостовых кранов М.: Машиностроение, 1968. – 332с.
4. *Сергеев С.Т.* Надёжность и долговечность подъёмных канатов. – К.: Техніка, 1968. – 238с.
5. *Смехов А.А., Ерофеев Н.И.* Оптимальное управление подъёмно-транспортных машин. 1975. - 239с.
6. *Герасимьяк Р.П., Лещёв В.А.* Анализ и синтез крановых электромеханических систем, СМІЛ, 2008-192с.
7. *Григоров О.В., Ловейкін В.С.* Оптимальное керування рухом механізмів вантажопідйомних машин: Навч. посібник. – К.: ІЗМН, 1997. – 264с.
8. *Невзоров Л.А., Пазельский Г.Н., Романюха В.А.* Башенные краны: Учебник для сред. проф.-техн. училищ – 4-е изд., перераб., и доп. – М.: Высш. Школа, 1980. – 326с.
9. *Ключев В.И., Терехов В.М.* Электропривод и автоматизация общепромышленных механизмов: Учебник для вузов. – М.:Энергия, 1980. – 360с.
10. *Ромасевич Ю.О.* Оптимізація перехідних режимів руху вантажного візка прольотних кранів: Дисертація на здобуття наукового ступеня к.т.н., Київ-2010, 199с.

References

1. *Komarov M.S.*, 1969. Dinamika mehanizmov i mashin [Dynamics of machines and mechanisms]. Moscow, Mashinostroenie Publ., 206.
2. *Lobov N.A.*, 1987. Dinamika gruzopodjomnyh kranov [Dynamics lifting cranes]. Moscow, Mashinostroenie Publ., 160.
3. *Cossack S.A.*, 1968. Dinamika mostovih kranov [Dynamics of bridge cranes]. Moscow, Mashinostroenie Publ., 332.
4. *Sergeev S.T.*, 1968. Nadjozhnost i dolgovechnost podjomnyh kanatov [Reliability and durability of lifting ropes]. Kiev, Tehnika Publ., 238.
5. *Smekhov A.A. Erofeev N.I.*, 1975. Optimalnoe upravlenie podjomno-transportnyh mashin [Optimal control of industrial machines]. 239.
6. *Gerasimyak R.P. Leshchev V.A.*, 2008. Analiz i sintez kranovyh elektromehaniicheskikh system [Analysis and synthesis of crane electromechanical systems]. SMIL, 192.
7. *Grigorov O.V., Loveykin V.S.*, 1997. Optimalne keruvannya ruhom mehanizmiv vantazhopidjomnih mashin [Optimal control movement hoisting machines]. Kiev, IZMN, 264.
8. *Nevzorov L.A., Pazelsky G.N., Romanyukha V.A.*, 1980. Bashennye krany. Uchebnik dlja sred. prof. tehn. Uchilishh, 4-e izd., pererab. i dop. [Tower cranes. Textbook for the media. prof. tech. schools, 4th ed., rev. and add]. Moscow, Vishha shkola Publ., 326.
9. *Klyuchev V.I., Terekhov V.M.*, 1980. Elektroprivod i avtomatizacija obshepromyshlennyh mehanizmov [Power and automation of general-purpose mechanisms]. Moscow, Energiya Publ., 360.
10. *Romasevych Y.A.*, 2010. Optimizacija perehidnih rezhimiv ruhu vantazhnogo vizka prolotnih kraniv. Diss. kand. tech. nauk [Optimization of transient movement of trolley span cranes. Candidate of tech. sci. diss.]. Kyiv, 199.