

В.С.Ловейкін, д.т.н., проф.;
 Ю.О.Ромасевич, к.т.н. (НУБіП України, Київ);
 Г.В.Шумілов, аспірант (КНУБА, Київ)

КЕРУВАННЯ МЕХАНІЗМАМИ ЗМІНИ ВІЛЬОТУ ТА ПІДЙОМУ ВАНТАЖУ ВАНТАЖОПІДЙОМНОГО КРАНА

АНОТАЦІЯ. Здійснено аналіз способів керування механізмами вантажопідйомних кранів. Побудовано електричну схему керування крановими механізмами в ручному та комп'ютерному режимах. Зроблено висновки про ефективність використання розробленої схеми керування для реалізації оптимальних режимів руху кранових механізмів.

Ключові слова: вантажопідйомний кран, механізм зміни вильоту вантажу, механізм підйому вантажу, керування, електрична схема.

АННОТАЦИЯ. Проведен анализ способов управления механизмами грузоподъемных кранов. Построена электрическая схема управления крановыми механизмами в ручном и компьютерном режимах. Сделаны выводы об эффективности использования разработанной схемы управления для реализации оптимальных режимов движения крановых механизмов.

Ключевые слова: грузоподъемный кран, механизм изменения вылета груза, механизм подъема груза, управление, электрическая схема.

SUMMARY. The analysis of governance mechanisms of cranes. We construct an electrical circuit control mechanisms in the crane manual and computer modes. Made conclusions about the effectiveness of the developed control scheme for the implementation of regimes of motion of crane mechanisms.

Key words: lifting crane, luffing mechanism of cargo, lifting mechanism, management, wiring.

Вступ

Під час роботи механізмів вантажопідйомних кранів досить часто виникає потреба в переміщенні вантажу на достатньо великій відстані 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 оператора. Крім того, досить часто виникає необхідність незначного переміщення вантажу, тому є потреба у збереженні можливості ручного керування.

Аналіз існуючих досліджень і публікацій

Проблема керування механізмами вантажопідйомних машин виникла від самого їхнього створення, але найбільш гостро вона постала в епоху масового будівництва. Так, в кінці 50-х років розпочалось інтенсивне вивчення динаміки вантажопідйомних машин та розробка методів по зменшенню

лику відстань з точним його позиціонуванням в кінці руху. Крім того, переміщення та підйом вантажу бажано виконувати з найменшими навантаженнями на динамічних навантажень. Такі вчені як М.С. Комаров [1], М.О. Лобов [2], С.А. Казак [3], С.Т. Сергєєв [4], А.О. Сємхов і М.І. Ерофєєв [5], Р.П. Герасимьяк і В.О. Лещьов [6] та ін., не тільки внесли значний вклад в дослідження динамічних навантажень, які виникають під час роботи кранових механізмів, але і запропонували способи їх усунення.

За мірою аналізу причин виникнення динамічних навантажень, розроблялися схеми та способи керування приводами механізмів. Так, в роботі [7], не тільки розглянуто режими руху механізмів вантажопідйомних машин та синтезовано їх оптимальні режими роботи за різноманітними критеріями, але і запропоновані мікропроцесорні системи керування їх 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 побудови для типових кранових механізмів. Детально описані принципові ділянки електросхем та принципи вибору електрообладнання залежно від призначення кранового механізму.

Р.П. Герасимьяк і В.О. Лещьов [9] розглянули складні електромеханічні системи кранових механізмів підйому та горизонтального переміщення вантажу, надали їм математичного опису, навели структурні схеми електричної та механічної частин електромеханічних систем. Були також запропоновані методи синтезу електромеханічних систем, що знижують їхні 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.

В.І. Ключев та В.М. Терехов [10] виділили типові електроприводи загальнопромислових механізмів, класифіковані за загальними ознаками режиму роботи, характеру навантажень, способу керування та на цій основі розглянули загальні питання електроприводу та автоматизації загальнопромислових механізмів. Розглядаючи роботу машин різного призначення, були виділені загальні та принципові елементи електросхем для механізмів, залежно від умов роботи та виконуваних операцій.

В роботі [11] розглянуті способи мінімізації коливань вантажу при роботі електроталі за рахунок розробки оптимальних законів руху та їх реалізації за допомогою схеми керування з використанням частотного перетворювача.

Проаналізувавши дослідження та розробки, що проводилися в області керування крановими механізмами, визначено, що розроблені оптимальні закони руху кранових механізмів реалізуються неповністю, або реалізація їх за допомогою існуючих способів керування вимагає від оператора ви-

сокої зосередженості, досвіду та складних навичок. Такі умови роботи погано впливають на фізіологічний стан кранівника та стають причиною виникнення аварійних ситуацій. Відомо, що при виконанні вантажопідйомних робіт найпоширенішими є траєкторії руху, за яких можливе поєднання роботи двох механізмів.

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

Мета і завдання дослідження полягає в побудові схеми керування механізмами вантажопідйомного крана, яка реалізовує більш якісне та безпечне керування крановими механізмами як в комп'ютерному, так і ручному режимах, що дозволить підвищити продуктивність роботи крана в цілому та підвищити його ресурс за рахунок використання оптимальних режимів руху за комп'ютерним режимом керування.

Виклад основного матеріалу

Оснащення вантажопідйомних кранів сучасними мікропроцесорними багатфункціональними пристроями безпеки є одним з найбільш ефективних напрямків зниження аварійності та травматизму при виконанні вантажопідйомних операцій, а керування крановими механізмами – найефективніший спосіб підвищення якості їхньої роботи та експлуатації. Використання вантажопідйомних кранів пов'язано з необхідністю контролю траєкторії переміщення вантажу. Особливо це важливо під час проведення будівельних робіт у житлових районах, що характеризуються стислими умовами за рахунок вже існуючих будівель; обслуговуванні портових терміналів; цеховому використанні мостових кранів. В цих, а також багатьох інших випадках, існує необхідність вибору оптимальної траєкторії вантажозахоплювального пристрою та, опосередковано, самого вантажу. В такому разі повинна забезпечуватись стабілізація його кінцевого положення, відсутність роз-

гойдування та випадкових відхилень. Оптимальність траєкторії може бути досягнута за різноманітними критеріями, такими як мінімізація переміщень, швидкість транспортування, економічність та ін., залежно від конкретних робочих умов. Крім того, в умовах динамічної зміни навколишніх умов необхідно передбачити ситуацію на запланованій траєкторії переміщення вантажу, запобігаючи виникненню небезпечних або аварійних ситуацій та можливі зіткнення.

Таким чином, кінцевим етапом є вирішення проблеми керування траєкторією вантажу за необхідним нам законом руху.

Розроблено численні схеми керування механізмами вантажопідйомних кранів та методи, що дозволяють зберігати незмінне положення транспортованого вантажу відносно заданої траєкторії та забезпечують точність позиціонування в кінці руху, але

ти оператор, що значно підвищує його фізіологічну втомлюваність.

Пропонується схема керування (рис. 1) двома механізмами вантажопідйомного крана, яка дозволяє керувати як окремо кожним привідним механізмом, так і одночасно, у комп'ютерному або ручному режимах.

Для керування електродвигунами приводів кранових механізмів пропонується застосувати векторні частотні перетворювачі, які б могли забезпечити плавну зміну кутової швидкості привідного вала та реалізувати оптимальні закони руху механізмів.

В схемі керування (рис. 1) передбачено як ручне, так і комп'ютерне керування приводами. Ручне керування здійснюється за допомогою кнопочного поста (кнопки SB5...SB8). Кнопками SB5 або SB6 вмика-

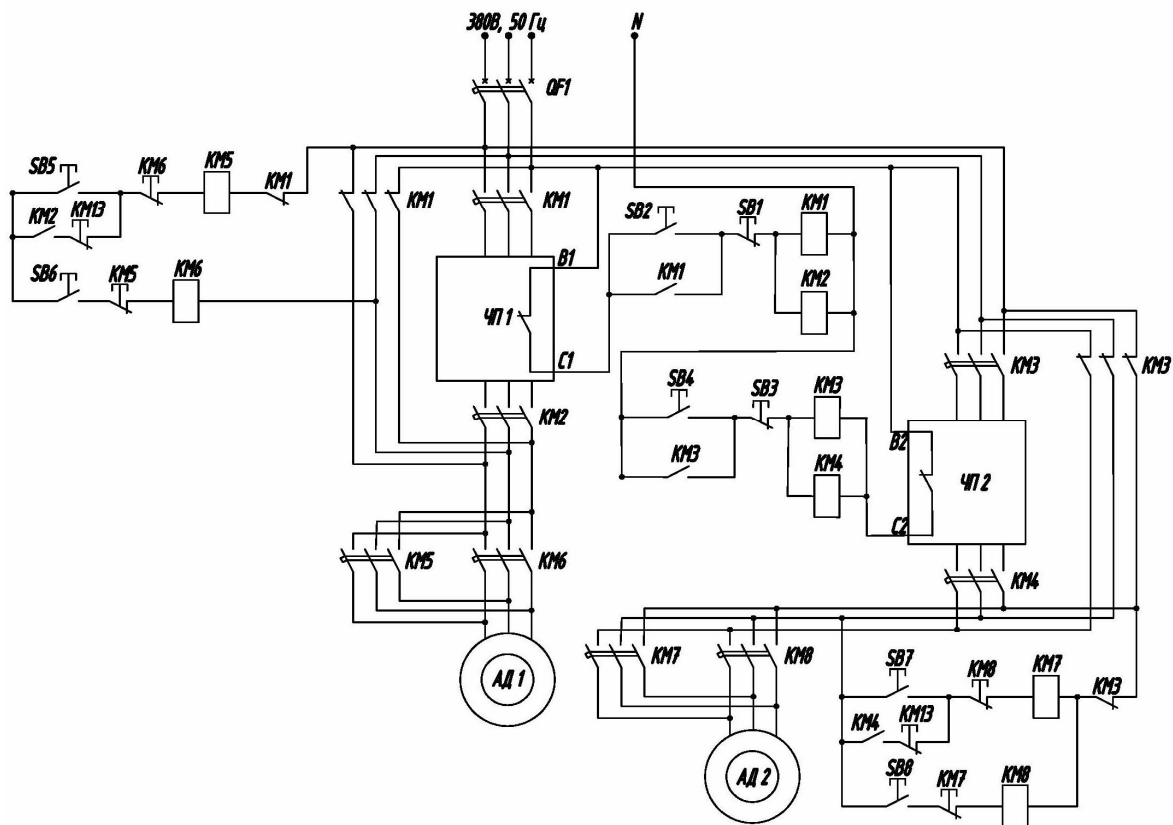


Рис. 1. Принципова електрична схема керування приводами механізмів зміни вильоту та підйому вантажу вантажопідйомних кранів

вони можуть викликати небажані динамічні навантаження на механізми та металоконструкції крана. Крім того, рух вантажу постійно повинен корегувати та контролювати-

ється двигун першого механізму АД1, а кнопками SB7 або SB8 – двигун другого механізму АД2.

Перемикання в комп'ютерний режим керування здійснюється за допомогою кно-

пок SB2 та SB4 для першого та другого механізмів, відповідно. Водночас розмикаються контакти КМ1 і КМ3 та вимикається живлення кнопочного поста, одночасно замикаються контакти пускачів КМ1, КМ2 та КМ3, КМ4 і напруга подається на частотні перетворювачі ЧП1 та ЧП2. Після чого можна керувати двигунами, змінюючи частоту струму за певними законами.

Коло перемикачів режимів з'єднано через нормально замкнені контакти частотних перетворювачів (клемми В1, В2 та С1, С2), що виконують функції запобіжників. Це зроблено для запобігання виникнення аварійних станів перетворювачів: якщо такі стани будуть виникати (перевантаження за струмом, перегрів, перенапруження тощо), то контакт розімкнеться та знеструмить коло керування що, в свою чергу, автоматично відключить перетворювач та переведе керування механізмом у ручний режим.

Ручне перемикачів з автоматичного у ручний режим здійснюється за допомогою кнопок SB1 та SB3. Вмикання схеми здійснюється за допомогою автоматичного вимикача QF1.

Така схема керування дає можливість здійснювати керування обома механізмами не тільки в ручному або автоматичному режимах, а і поєднувати їх, за необхідності. Наприклад, одним механізмом можна керувати в автоматичному режимі, а іншим здійснювати ручне керування. Частотні перетворювачі дають можливість не тільки програмувати рух механізмів залежно від виконуваних робіт, але і прогнозувати та коригувати поведінку вантажу за обраним режимом роботи. Це дає можливість не тільки значно підвищити застосування такої схеми для різних підйомних механізмів, але і використовувати їхній ресурс більш раціонально та значно зменшити людський вплив на завантажувально-розвантажувальні операції, що зменшить фізичне навантаження на оператора та покращить його фізіологічний стан.

Висновки

Дослідження існуючих розробок способів та схем керування механізмами вантажопідйомних кранів дало змогу оцінити їхні недоліки та переваги і запропонувати

універсальну схему за якої можливе керування двома крановими механізмами, використовуючи сучасні частотні перетворювачі. Застосування такої схеми значно розширює область використання будь-якого вантажопідйомного механізму та дозволяє більш повно використовувати його ресурс за рахунок можливості зменшення ривків та різких навантажень на металоконструкції та привідні механізми. Простота перемикачів режимів керування та контролю за роботою механізмів не вимагає ніяких додаткових навичок та досвіду, що зменшує втомлюваність оператора.

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. *Григорьев О.В., Ловейкин В.С.* Оптимальное управление 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. *Герасимьяк Р.П., Лещёв В.А.,* Анализ и синтез крановых электромеханических систем, - Одесса, СМІЛ, 2008. – 192с.
10. *Ключев В.И., Терехов В.М.,* Электропривод и автоматизация общепромышленных механизмов: Учебник для вузов. – М.:Энергия, 1980. – 360с.
11. *Ромасевич Ю.О.* Оптимізація перехідних режимів руху вантажного візка прольотних кранів: Дисертація на здобуття наукового ступеня к.т.н., Київ-2010, 199с.

Рецензент: В.Б.Яковенко, д.т.н., проф.
(КНУБА, Київ)

Отримано: 11.03.2012 р.