

УДК 621.873

АНАЛІЗ СПОСОБІВ УСУНЕННЯ КОЛИВАНЬ ВАНТАЖУ НА ГНУЧКОМУ ПІДВІСІ

Свіргун В.В., аспірант, Антощенко Р.В., д.т.н., Свіргун О.А., к.т.н.
(Державний біотехнологічний університет)

Актуальність теми. Початок ХХІ століття для ПТМ позначився масовим впровадженням комп'ютерних систем управління і діагностики для допомоги операторам крана під час проведення перевантажувальних процесів.

Більшість впроваджених систем автоматичного управління ще не здатні проводити перевантажувальні цикли швидше, ніж це виконує досвідчений оператор. А завдання автоматизації – проводити технічні процеси швидше, а, отже, економічно вигідніше.

Крім того, активне впровадження систем автоматизації виключає людський фактор помилок, що, в свою чергу, підвищує безпеку перевантажувальних робіт та полегшує працю операторів.

Відомо [1,2], що при роботі кранів спостерігаються маятникові коливання вантажу, котрі викликають нерівномірний рух вантажопідйомних механізмів, вантажних візків, додаткові навантаження на силові елементи, створюють незручності при їх експлуатації, а також збільшують ризик виникнення аварійних ситуацій.

Мета дослідження: на базі аналізу існуючих способів усунення коливань вантажу при автоматизованому управлінні краном, зазначити найбільш перспективні напрямки подальших досліджень способів керування.

Завдання дослідження: розглянути і проаналізувати існуючі способи усунення коливань вантажу при автоматизованому управлінні краном.

Явище розгойдування вантажу виникає протягом перехідних режимів роботи візка і продовжується протягом сталого руху.

Тому цілком очевидно, що усувати коливання вантажу необхідно під час розгону або гальмування візка.

Існують три групи способів усунення коливань вантажу:

– маневрування механізмами при ручному керуванні. Такий спосіб вимагає високої кваліфікації оператора крану та значної напруженості його роботи;

– застосування спеціальних підвісок або направляючих [3]. Ці способи мають цілий ряд недоліків: неможливість маніпулювання важкими вантажами, значна складність виконання, громіздкість конструкції, велика вага, значні втрати часу на поглинання коливань;

– використання систем керування приводами (двигунами або гальмами) кранових механізмів. В цій групі необхідно відокремити підгрупу способів, яка передбачає формування плавних перехідних режимів руху візка за рахунок підбору жорсткості механічної характеристики двигуна приводу візка. При цьому проявляється демпфуюча дія двигуна на коливання вантажу. Оскільки жорсткість механічної характеристики двигуна для всіх робочих циклів

постійна, а параметри системи "візок - вантаж" змінні, то ці способи є малоефективними.

Найбільш простий спосіб усунути коливання вантажу – це здійснити перехідний процес за час кратний періоду коливань рухомого маятника.

Колівання вантажу пропонується усувати шляхом дії на гальмівні пристрої. При цьому необхідно підтримувати постійне прискорення візка. Даний спосіб простий, для його реалізації не потрібно складних систем керування. Динамічні навантаження на елементи крана невеликі. Недоліком цього способу є те, що перехідні процеси мають відносно велику тривалість, тому робочий цикл переміщення вантажу збільшується. При цьому неможливо одночасно виконувати операції вертикального та горизонтального переміщення вантажу.

Загалом для усунення коливань вантажу необхідно певним чином здійснювати керуючий вплив на привод механічної системи „візок - вантаж”. Причому, характер цього впливу повинен забезпечувати мінімізацію небажаних властивостей (динамічні навантаження, максимальне відхилення вантажу), або максимізацію бажаних властивостей (плавність, швидкодія) руху системи.

Дослідженням оптимізації процесів руху вантажопідійомних машин із гнучким підвісом вантажу займались Ловейкін В.С. та Ромасевич Ю.О. [4,5,6,]. Вони розглянули типові задачі оптимального керування підійомно-транспортними машинами, обґрунтували параметри керування і критерії оптимальності. Для усунення коливань вантажу ними запропоновано використати принцип максимуму Понтрягіна Л.С. При цьому перехідний процес проходить якнайшвидше (оптимальний за швидкодією).

У роботах Григорова О.В. [7] та Свіргуна В.П. [8,9,10] за допомогою використання принципу максимуму отримані закони керування рухом візка (двомасова модель), який має мінімальне число перемикачів керувань (постійних зусиль), при якому візок з вантажем переміщується на задану відстань з повним усуненням коливань вантажу. При цьому враховуються обмеження по величині приводного зусилля, швидкості та прискорення візка, величині відхилення канату з вантажем від вертикалі. Отримані закони пропонується реалізовувати за допомогою системи автоматичного керування, побудованій на базі тиристорного або гідрооб'ємного приводу.

Широке використання принцип максимуму для усунення коливань візка отримав в працях Герасимяка Р.П. [11]. Реалізацію керуючої дії в роботах цих дослідників пропонується здійснювати за допомогою мікропроцесорного керування роботою асинхронного електроприводу з живленням від тиристорного перетворювача напруги.

Необхідно зазначити, що оскільки вказані дослідники для визначення законів руху візка використовують принцип максимуму, то оптимальне керування для всіх цих випадків представляє собою кусково-неперервну (релейну) функцію.

В якості керуючого параметру можуть виступати швидкість, прискорення або рушійне (гальмівне) зусилля, яке діє на візок. При такому керуванні

коливання вантажу усуваються якнайшвидше, але значно зростають динамічні навантаження на електродвигун та передачі механізму переміщення візка.

Висновки. Аналіз існуючих способів усунення коливань вантажу при автоматизованому управлінні краном, показав, що найбільш перспективними напрямками подальших досліджень є: відмова від усунення коливань вантажу при розгоні, підвищення швидкості візка, застосування сучасних приводів та систем керування.

Список використаних джерел

1. Кравцов М.В. Прибор контроля безопасности работы крана Konecranes / М.В. Кравцов // Подъемные сооружения. Специальная техника. - 2006. - №8. - С. 26-27.
2. Герасимова Т.Г. Башенные краны Zoomlion: незаменимы на стройплощадке / Т.Г. Герасимова // Подъемные сооружения. Специальная техника. - 2008. - №2. - С. 26-27.
3. Флюгель Ф. Методика построения обобщенных математических моделей грузоподъемных кранов с грузом на пространственном канатном подвесе: автореф. дис. на соиск. степ. к.т. н.: спец. 05.05.04 „Дорожные, строительные и подъемно-транспортные машины” / Ф. Флюгель. - С.-Пб., 2002. - 18 с.
4. Ловейкін В.С. Зменшення розгойдування вантажів на гнучкому підвішуванні / В.С. Ловейкін, В.Ф. Ярошенко, Ю.О. Ромасевич // Механізація та електрифікація сільського господарства. – 2008. – № 92. – С. 524-529.
5. Ловейкін В.С. Динаміка та оптимальне керування рухом мостових кранів. Монографія / В.С. Ловейкін, Ю.О. Ромасевич, В.А. Голдун, В.В. Крушельницький. – К.: ЦП „КОМПРІНТ”, 2019. – 460 с.
6. Ловейкін В.С. Динамічна оптимізація підйомних машин / В.С. Ловейкін, А.П. Нестеров. - Х.: ХНАДУ, 2002. - 291 с.
7. Optimale Steuerung für Hebe- und Fördermaschinen : навч. посіб. / О. Grigorow, W. Swirgun, G. Anishchenko u.a. – Х. : НТУ "ХПІ", 2013. – 240 с. – Нім. Мовою
8. Свиргун В.П., Свиргун О.А. Улучшение качества управления краном с минимизацией времени перегрузочного цикла // Вісник СевНТУ. Сер. Механіка, енергетика, екологія: зб. наук. пр. — Севастополь: СевНТУ, 2012. — Вип. 133. — С. 34–36.
9. Свиргун В.П., Свиргун О.А. Квазиоптимальный закон управления крановой тележкой // Вісник СевНТУ. Сер. Механіка, енергетика, екологія: зб. наук. пр. — Севастополь: СевНТУ, 2013. — Вип. 137. — С. 96-98.
10. Свиргун В. П., Свиргун В. В. Реалізація оптимальних законів керування макетом мостового крану на сучасній елементній базі. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції "Автомобільний транспорт в аграрному секторі: проектування, дизайн та технологічна експлуатація", 8 грудня, 2020 р. Харків: ХНТУСГ, 2020. С. 80-81.
11. Герасимьяк Р.П. Анализ и синтез крановых электромеханических систем / Р.П. Герасимьяк, В.А. Лещёв. - Одесса.: СМІЛ, 2008. - 192 с.