

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ НАУКОВИЙ ЦЕНТР «ІМЕСГ» НААН**



***ЗБІРНИК
ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ***

***VI Міжнародної науково-технічної конференції з нагоди
112-ї річниці від дня народження
доктора технічних наук, професора,
члена-кореспондента ВАСГНІЛ,
віце-президента УАСГН
КРАМАРОВА
Володимира Савовича
(1906-1987)***

«КРАМАРОВСЬКІ ЧИТАННЯ»

***21-22 лютого 2019 року
м. Київ***

УДК 621.87

МЕТОДИКА РОЗВ'ЯЗАННЯ УЗАГАЛЬНЕНОЇ ЗАДАЧІ ОПТИМАЛЬНОЇ ШВИДКОДІЇ ПЕРЕМІЩЕННЯ КРАНА ІЗ ВАНТАЖЕМ НА ГНУЧКОМУ ПІДВІСІ

Ю. О. РОМАСЕВИЧ, доктор технічних наук, доцент,

О. В. СТЕХНО, аспірант,

М. М. БУДЖАК, магістр першого року навчання.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Для козлових кранів, які працюють на складах лісоматеріалів одним із основних показників їх роботи є продуктивність. Висока продуктивність роботи козлових кранів на підприємствах лісової галузі дозволяє інтенсифікувати виробництво, а також забезпечити вирішення проблем логістики виробництва.

Для забезпечення швидкодії роботи крана необхідно усунути коливання вантажу на гнучкому підвісі протягом перехідних режимів руху крана при мінімальній їх тривалості.

Задачу оптимальної швидкодії руху крана із вантажем на гнучкому підвісі можна формалізувати у наступному вигляді:

$$\begin{cases} \ddot{x}_1 m_1 + \ddot{x}_2 m_2 = F - W; \\ x_1 = x_2 + \ddot{x}_2 l / g; \\ x_1(0) = x_2(0) = \dot{x}_1(0) = \dot{x}_2(0) = 0; \\ x_1(T) = x_2(T) = s; \dot{x}_1(T) = \dot{x}_2(T) = v; \\ T \rightarrow \min, \end{cases} \quad (1)$$

де x_1, x_2 – узагальнені координати зведених мас крана та вантажу відповідно; m_1, m_2 – зведені маси крана та вантажу відповідно; W та F – зведені сили опору руху крана та приводу крана; T – тривалість перехідного режиму руху крана (наприклад, розгін); s – переміщення крана із вантажем у кінці перехідного режиму; v – усталена швидкість руху крана. Крапка над символом означає диференціювання за часом.

Прийmemo припущення, що перехідний режим розгону складається із трьох етапів, на яких змінюються рушійні зусилля. Закон зміни F прийmemo у такому вигляді:

$$\begin{cases} F = \begin{cases} F_{\max}, & \forall t \in [0, t_1]; \\ 0, & \forall t \in [t_1, t_2]; \\ F_{\max}, & \forall t \in [t_2, t_3]; \end{cases} \\ t_1 + t_2 + t_3 = T, \end{cases} \quad (2)$$

де F_{\max} – максимальне рушійне зусилля приводу крана; t_1, t_2, t_3 – тривалості окремих етапів руху крана. Закон руху (2) є несиметричним – зусилля на окремих етапах руху крана є різними.

Задача полягає у визначенні тривалостей окремих етапів t_1, t_2, t_3 . Для цього була розроблена методика яку можна представити у вигляді алгоритма:

1. аналітично розв’язується задача (1), (2) та знаходяться вирази різниці положень крана і вантажу, різниці їх швидкостей та швидкості крана у кінці перехідного режиму $\Delta x(T), \Delta \dot{x}(T), \dot{x}_1(T)$;

2. задається діапазон зміни величин маси вантажу m_2 та довжини гнучкого підвісу l (ці величини змінюються під час експлуатації крана, а інші – залишаються незмінними);

3. чисельно декілька разів розв’язується наступна задача нелінійного програмування:

$$\begin{cases} \dot{O} \rightarrow \min, \\ \Delta \delta(\dot{O}) = \Delta \delta(\ddot{O}) = 0; \\ \delta_1(\dot{O}) = v \end{cases} \quad (3)$$

при різних значеннях m_2 та l із наперед встановлених діапазонів. Таким чином формується масив розв’язків задачі оптимальної швидкодії. Розмірність масиву (кількість знайдених розв’язків) задається у діапазоні сотень або тисяч. Це дає змогу на наступному етапі інтерполювати невідому функцію $f: (m_2, l) \rightarrow (t_1, t_2, t_3)$.

4. виконується апроксимація отриманого масиву за допомогою одного із відомих методів багатомірної апроксимації (наприклад, із використанням штучних нейронних мереж).

Отриманий у результаті роботи алгоритму результат – апроксиматор (функція f) розв’язків задачі оптимального керування, який можна розглядати як функцію, що описує поверхню перемикання керувань (2).

Результат використання апроксимаційної функції f можна проілюструвати за допомогою графіків (рис. 1).

$\Delta x, \text{ м}; \Delta \dot{x}, \text{ м/с}; \dot{x}_1, \text{ м/с}$

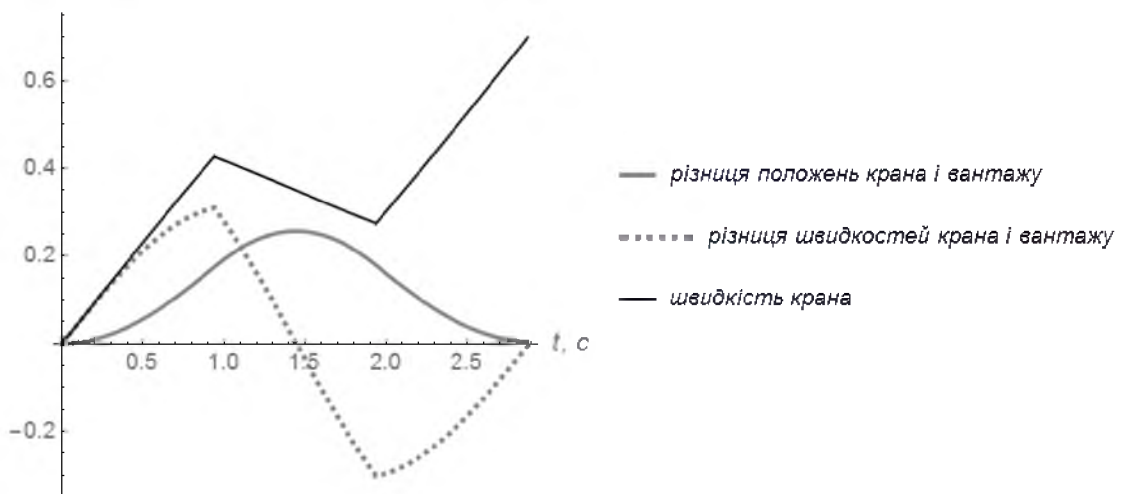


Рис. 1. Кінематичні характеристики руху крана із вантажем на гнучкому підвісі протягом розгону

Графіки на рис. 1 відповідають розгону козлового крана ККС-10, який переміщує вантаж масою 4080 кг, довжина гнучкого підвісу прийнята рівною 4,9 м. З рис. 1 видно, що задання величин m_2 , l дає змогу із використанням функції f повернути значення t_1 , t_2 , t_3 , які відповідають розв'язку задачі (1), (2). При цьому коливання вантажу у кінці розгону відсутні.

Таким чином, у роботі запропонована методика розв'язання узагальненої задачі оптимальної швидкодії крана із вантажем на гнучкому підвісі. Використання методики дозволить синтезувати системи керування кранами та іншою вантажопідйомною технікою, які б задовольняли вимоги щодо високої продуктивності роботи.