

**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

ОБҐРУНТУВАННЯ УЗАГАЛЬНЕНОГО КРИТЕРІЮ ОПТИМІЗАЦІЇ КЕРУВАННЯ РУХОМ СТІЧКОВОГО КОНВЕЄРА

В. С. ЛОВЕЙКІН, доктор технічних наук, професор,
Ю. О. РОМАСЕВИЧ, доктор технічних наук, доцент,
Р. А. КУЛЬПІН, аспірант.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

У різноманітних технологічних процесах сучасного агропромислового виробництва працює значна кількість стрічкових конвеєрів. Для забезпечення енергоефективності, довговічності та продуктивності цих машин необхідно на різних етапах їх експлуатації змінювати (регулювати) швидкість руху стрічки. Такі випадки особливо характерні для перехідних режимів руху конвеєра: пуску та гальмування, а також при зміні продуктивності роботи конвеєра.

Зазначимо, що сучасні приводи на основі частотних перетворювачів здані відтворити майже будь-які діаграми зміни швидкості та крутного моменту. Тому проблем із реалізацією законів зміни кінематичних або динамічних керувань системою (стрічковим конвеєром) не виникає.

Для математичної постановки задачі оптимального керування рухом транспортуючою машиною необхідно задати: 1) математичну модель систем; 2) початкові та кінцеві умови руху її зведених мас (у випадку розгляду електричних процесів системи необхідно також враховувати початкові та кінцеві миттєві значення струмів електроприводу машини); 3) обмеження на керування та фазові координати; 4) критерій оптимізації.

У даному дослідженні зупинимось на останньому пункті, оскільки він значно впливає на ефективність роботи конвеєра при реалізації оптимального керування на практиці.

Критерій для проведення оптимізації керування рухом стрічкового конвеєра пропонується подати у наступному вигляді:

$$Cr = Int + Ter = \sum_{i=1}^{\eta} Int_i w_i m_i + \sum_{j=1}^{\mu-\eta} Ter_j w_{j+\eta} m_{j+\eta};$$

$$\overline{Int} = [Int_t, Int_{d,1}, Int_{d,2}, \dots, Int_{d,k}, Int_{en,1}, Int_{en,2}];$$

$$\overline{Ter} = [Ter_{d,1,max}, Ter_{d,2,max}, \dots, Ter_{d,f,max}, Ter_{d,1,0}, Ter_{d,2,0}, \dots, Ter_{d,f,0}, Ter_{d,1,T},$$

$$Ter_{d,2,T}, \dots, Ter_{d,f,T}, Ter_{en,max}, Ter_{en,0}, Ter_{en,T}, Ter_{el,max}, Ter_{el,0}, Ter_{el,T}];$$

$$Int_1 = Int_t = \int_0^T dt;$$

$$Int_2 = Int_{d,1} = \sqrt{T^{-1} \int_0^T M_{dr}^2 dt};$$

$$\begin{aligned}
 Int_3 = Int_{d.2} &= \sqrt{T^{-1} \int_0^T M_{coup}^2 dt}; \\
 Int_4 = Int_{d.3} &= \sqrt{T^{-1} \int_0^T F_b^2 dt}; \\
 &\dots \\
 Int_{\eta-2} = Int_{d.k} &= \sqrt{T^{-1} \int_0^T F_{b.k}^2 dt}; \\
 Int_{\eta-1} = Int_{e.1} &= \int_0^T |P_{dr}| dt; \\
 Int_{\eta} = Int_{e.2} &= \int_0^T \Delta P_{dr} dt; \\
 Ter_{d.1.max} &= \max(M_{dr}); \\
 Ter_{d.2.max} &= \max(M_{coup}); \\
 Ter_{d.3.max} &= \max(F_b); \\
 &\dots \\
 Ter_{d.f.max} &= \max(F_f); \\
 Ter_{d.1.0} &= M_{dr}(0); \\
 Ter_{d.2.0} &= M_{coup}(0); \\
 Ter_{d.3.0} &= F_b(0); \\
 &\dots \\
 Ter_{d.f.0} &= F_f(0); \\
 Ter_{d.1.T} &= M_{dr}(T); \\
 Ter_{d.2.T} &= M_{coup}(T); \\
 Ter_{d.3.T} &= F_b(T); \\
 &\dots \\
 Ter_{d.f.T} &= F_f(T); \\
 Ter_{en.max} &= \max(P_{dr}); \\
 Ter_{en.T} &= P_{dr}(T); \\
 Ter_{el.max} &= \max(I_{dr}); \\
 Ter_{el.T} &= I_{dr}(T);
 \end{aligned} \tag{1}$$

$$\bar{W} = [w_1, w_2, \dots, w_\mu];$$

$$\bar{M} = [m_1, m_2, \dots, m_\mu],$$

де \bar{Int} – вектор інтегральних оптимізаційних критеріїв руху системи; I_t – критерій швидкодії системи; $I_{d.1}$ – середньоквадратичне значення крутного моменту приводу машини; $I_{d.2}$ – середньоквадратичне значення крутного моменту у муфті приводу машини; $I_{d.3}$ – середньоквадратичне значення зусилля у місці набігання стрічки на приводний барабан (тут і надалі мається на увазі робоча гілка конвеєра); $I_{d.k}$ – середньоквадратичне значення зусилля у деякому k -тому перерізі стрічки; $I_{e.1}$ – витрати енергії під час керованого режиму руху

конвеєра; $I_{e.2}$ – втрати енергії під час керованого режиму руху конвеєра; \bar{Ter} – вектор термінальних оптимізаційних критеріїв руху системи; $Ter_{d.1.max}, \dots, Ter_{d.f.max}$ – максимальні значення відповідно крутного моменту приводу, моменту у муфті, зусилля у місці набігання стрічки на барабан та зусилля у f -тому перерізі стрічки; $Ter_{d.1.0}, \dots, Ter_{d.f.0}$ – початкові значення відповідно крутного моменту приводу, моменту у муфті, зусилля у місці набігання стрічки на барабан та зусилля у f -тому перерізі стрічки; $Ter_{d.1.T}, \dots, Ter_{d.f.T}$ – кінцеві значення відповідно крутного моменту приводу, моменту у муфті, зусилля у місці набігання стрічки на барабан та зусилля у f -тому перерізі стрічки; $Ter_{en.max}, Ter_{en.0}, Ter_{en.T}$ – максимальне, початкове та кінцеве значення потужності приводу конвеєра; $Ter_{el.max}, Ter_{el.0}, Ter_{el.T}$ – максимальне, початкове та кінцеве значення струму електроприводу конвеєра; \bar{W} – вектор вагових коефіцієнтів,

які показують важливість кожного компонента векторів \bar{Int} та \bar{Ter} , причому

$$\sum_{i=1}^{\mu} w_i = 1; \bar{M} – \text{вектор коефіцієнтів, які зводять розмірності інтегральних}$$

критеріїв до безрозмірного вигляду (таким чином, критерій (1) є безрозмірним, що дозволяє провести коректну постановку задачі оптимального керування); μ – розмірність векторів \bar{W} та \bar{M} .

Критерій (1) відображає на компромісній основі найсуттєвіші властивості роботи конвеєра під час керованого режиму руху: тривалість руху, динамічні та енергетичні показники його роботи. За математичним представленням вони є інтегральними та термінальними і в сукупності відображають комплекс небажаних характеристик роботи транспортуючої машини. Отже, критерій (1) у процесі виконання оптимізації необхідно мінімізувати.

Таким чином, у роботі виконано обґрунтування узагальненого оптимізаційного критерію, який буде використаний для знаходження оптимального керування рухом стрічкового конвеєра. Зазначимо, що структуру критерію (1) можна модифікувати для того, щоб проводити оптимізацію режимів руху інших транспортуючих машин.