

opracowania sa nauka i technikami 2011». – Prezmysl: Nauka i studia. – Volume 54. Techniczne nauki. – 2011. – С. 80-83.

3. Михеев В.А., Мисюра В.П. Автоматизированное проектирование уравновешивающих устройств стреловых систем порталных кранов / В.А. Михеев, В.П. Мисюра // Підійомно – транспортна техніка: Зб. наук. пр. – Дніпропетровськ, 2005. – Вип. №3(15). – С. 15-28.

4. Мисюра В.П., Михеев В.А. Автоматизированный синтез параметров стреловых систем порталных кранов / В.П. Мисюра, В.А. Михеев // Підійомно – транспортна техніка: Зб. наук. пр. – Дніпропетровськ, 2006. – Вип. №4(20). – С. 8-12.

5. Суглобов В.В., Михеев В. А., Тищенко Е.В. Определение геометрических параметров стрелы и хобота шарнирно – сочленённой стреловой системы порталного крана / В.В. Суглобов, В.А. Михеев, Е.В. Тищенко // Вісник Приазов. держ. техн. ун-ту: Зб. наук. пр. – Маріуполь, 2010. – Вип. №22. – С. 177-182

УДК 681.3

Р.М. Рогатинський; О.Р. Рогатинська

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

МОДЕЛІ МАШИН НЕПЕРЕРВНОГО

ТРАНСПОРТУ ІЗ ЗАМКНУТИМ ТЯГОВИМ ОРГАНОМ

R. Rogatynskyi; O.Rogatynska

MODELS OF MACHINES CONTINUOUS

TRANSPORTATION WITH CLOSED TRACTION ORGAN

Метою даного дослідження є створення моделі машини неперервного транспорту із замкнутим тяговим органом на основі уніфікованого формалізованого опису, який дозволяв би описувати довільні траси розміщення та рух ватажу по них. До таких машин неперервного транспорту відносяться стрічкові, скребкові, пруткові, ланцюгові конвеєри, нурії тощо.

Оскільки полотно конвеєра є нерозривною стрічкою і рухається по замкнутій траєкторії, то кожна точка полотна, в ідеалі, має однакову лінійну швидкість $v_0 = R_0 \omega_0$, де R_0 та ω_0 радіус та кутова швидкість привідного барабана.

Базову нерухому систему координат $Oxyz$ доцільно розмістити співвісно осі приводного барабана з напрямленням осі Oy паралельно земній поверхні. Для приводного, направляючих, натяжних барабанів (зірочок, дисків) власні системи координат, що обертаються разом із ними, також розміщують співвісно їхнім осям. Тоді довільна точка $A_i(x_{iA}, y_{iA}, z_{iA}, 1)$ в системі однорідних координат обертових барабанів в базовій системі матиме координати $A_0(x_{0A}, y_{0A}, z_{0A}, 1)$. Їх зв'язок записується в матричному вигляді $P = PM_{Li}M_{\Omega i}; P_i$, де $P = (x, y, z, 1)$ - матриця координат системи координат $Oxyz$; $P_i = (x_i, y_i, z_i, 1)$ - матриця координат системи координат $O_i x_i y_i z_i$; M_{Li} та $M_{\Omega i}$ - відповідно матриці лінійних та обертових переміщень. В розгорнутому вигляді система має вигляд

$$\begin{pmatrix} x_{0A} \\ y_{0A} \\ z_{0A} \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos(\omega_i t + \Delta\varphi_i) & \sin(\omega_i t + \Delta\varphi_i) & 0 & \Delta x_i \\ \sin(\omega_i t + \Delta\varphi_i) & \cos(\omega_i t + \Delta\varphi_i) & 0 & \Delta y_i \\ 0 & 0 & 1 & \Delta z_i \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} x_{iA} \\ y_{iA} \\ z_{iA} \\ 1 \end{pmatrix} \quad (1)$$

де ω_i - кутова швидкість i -го барабана (диска); $\Delta\varphi_i$ - кутове початкове зміщення i -го барабана (диска); Δx_i , Δy_i та Δz_i - координати барабанів (дисків) в базовій системі

На основі аналізу траси робиться розбиття траєкторії на ділянки, та реалізується перехід від системи координат скребка $X_{ck}O_{ck}Y_{ck}$ до системи координат вантажу, який знаходиться на полотні конвеєра $X_kO_kY_k$. Координати скребка будуть

$$x_i(\tau) = -R_i \sin[s_i(\tau)/R]; \quad y_i(\tau) = -R_i \sin[s_i(\tau)/R]; \quad z_i(\tau) = u_i(\tau), \quad (2)$$

де для прямолінійних віток розроблені відповідні алгоритми їх зв'язку із ділянкою на барабані.

Нульова точка координат системи $X_iZ_iY_i$ знаходиться на початку ділянки. Якщо центр кривої знаходиться в контурі конвеєра, то $R_i \geq 0$, якщо O_iX_i - спрямоване проти напрямку транспортування, то $s_i(\tau) \geq 0$. O_iY_i - спрямоване від контуру конвеєра.

Приймемо, що система координат i -ої ділянки відносно система координат $(i-1)$ -ої ділянки буде повертатися проти годинникової стрілки на кут $\psi_i = S_{(i-1)\max} / R_{(i-1)}$, де $S_{(i-1)\max}$ - максимальна довжина попередньої ділянки. Для плоского конвеєра переміщення вздовж осі OZ рівне 0. Відносні системи координат $X_iO_iY_i$ кожної окремої ділянки конвеєра до загальної системи координат XOY за допомогою матриць перетворення.

Для визначення переміщення точки вздовж ділянки S_i приймаємо за l величину шляху від початкової точки конвеєра до даної точки:

$$l(t) = (n-1)T + L_0 + v\tau, \quad (3)$$

де n - кількість скребків до точки на конвеєрі від точки початку руху скребків.

Тоді:

$$s_i(t) = l(t) - \left(\sum_{j=1}^i S_{j\max} \right) + S_{i\max} - N_p L_s = v(\tau - \tau_i), \quad (4)$$

де $S_{j\max}$ - максимальний шлях на попередніх ділянках; $S_{i\max}$ - максимальний шлях на заданій ділянці; N_p - кількість повних обертів стрічки конвеєра за час τ ; L_s - довжина стрічки конвеєра, $L_s = \sum S_{j\max}$; τ_i - момент часу, коли починається рух на ділянці i .

Скребок під час транспортування відхиляється від свого положення під дією постійного навантаження на кут γ_k і коливних сил на кут $\Delta\gamma_k$. Одночасно скребок робить коливні рухи за рахунок поперечних коливань тягового органу конвеєра.

Колівання стрічки обумовлюється конструкційними та технічними особливостями конвеєра і характеру його експлуатації. В загальному вигляді це можна записати так:

$$\Delta x_k(U, \tau) = A_x(U) \sin(\omega_{xk}\tau + \varphi_k), \quad \Delta y_k(U, \tau) = A_y(U) \sin(\omega_{yk}\tau + \varphi_k), \quad (5)$$

де $A_x(U)$, $A_y(U)$ - амплітуди коливань стрічки вздовж осей O_kX_k і O_kY_k відповідно; U - матриця параметрів амплітуди коливань полотна; ω_{xk} , ω_{yk} - циклічна частота коливань полотна вздовж вісі $X_kO_kY_k$; φ_k - кут зміщення коливань полотна.

Колівні рухи скребка залежать від конструкційних параметрів, а також від характеру дій зовнішніх зусиль:

$$\Delta\gamma_k(M, \tau) = \gamma(M) \sin(\omega_{ck}\tau + \varphi_{ck}), \quad (6)$$

де $\gamma(M)$ - амплітуда змінної частини кута повороту скребка; M - матриця параметрів амплітуди $\gamma(M)$; ω_{ck} - циклічна частота кутових коливань скребка; φ_{ck} - кут зміщення коливань скребка.

Матриця розташування частинки вантажу в системі плоского полотна конвеєра має вигляд $P_k = (x_k, y_k, 1)$, скребка $P_{ck} = (x_{ck}, y_{ck}, 1)$, де

$$P_k = P_{ck} M_{\gamma k} M_{\Delta\gamma k} M_{\Delta t} = P_{ck} M_{\gamma k + \Delta\gamma k} M_{\Delta t}, \quad (7)$$

$$\text{Тут } M_{\gamma_k + \Delta\gamma_k} = M_{\gamma_k} M_{\Delta\gamma_k} = \begin{pmatrix} \cos(\gamma_k + \Delta\gamma_k) & \sin(\gamma_k + \Delta\gamma_k) & 0 \\ -\sin(\gamma_k + \Delta\gamma_k) & \cos(\gamma_k + \Delta\gamma_k) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}, \quad M_{\Delta\gamma} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ \Delta x_k & \Delta y_k & 1 \end{pmatrix}.$$

Звідси можливий перехід до власної системи координат ділянки конвеєра $X_i O_i Y_i$ за аналогічною залежністю $P_{(i)} = P_k P_{i\alpha} P_{i0}$. Перехід до абсолютної системи координат XOY реалізується за залежністю $P_a = P_{(i)} M_{oi} M_{ii}$, де $P_a = (x_a, y_a, 1)$ - матриця абсолютних координат положення точкового тіла вантажу на конвеєрі; x_a - координата точки вантажу на вісі OX ; y_a - координата точки вантажу на вісі OY .

Ці залежності дають можливість побудувати ефективну комп'ютерну модель процесу, отримати координати тіла вантажу в будь-який момент часу і в будь-якій системі координат. Швидкості і прискорення тіла в різних системах координат визначаються через просте диференціювання у часі.

УДК622.073

И.С. Варченко

Украинская инженерно-педагогическая академия

МИНИМИЗАЦИИ НАПРЯЖЕНИЙ В РЕБОРДЕ КАНАТНОГО БАРАБАНА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ МНОГОСЛОЙНОЙ НАВИВКИ.

I.S. Varchenko

MINIMIZING STRESS IN THE ROPE DRUM FLANGE BY USING A MULTILAYER WINDING.

Многослойная навивка в подъемной технике находит широкое распространение. Внедрение новых подъемных механизмов предусматривает уменьшение металлоемкости конструкции, повышение надежности и рабочего ресурса, в некоторых случаях увеличение высот подъема. Многослойная навивка решает часть данных требований. Главным препятствием внедрения многослойной навивки являются нерешенные проблемы навивки каната в несколько слоев.

Исследованиями в области многослойной навивки занимались такие ученые, как *М.М. Федоров, Б.С. Ковальский, И.А. Артеменко, Ю.Е. Почтовенко, А.А. Тер-Каспарян, И.П. Катасонов, В.П. Бикадоров, С.В. Кожин, Г.В. Верстаков, G.W. Alexander, G.H. Boden, B.L. Metcalf, H.H. Hitchen* та ін.

Исходя из существующих работ в области многослойной навивки, можно сделать вывод о неполноте теории навивки в несколько слоев:

- отсутствие приемов минимизации напряжений в лобовине
- не слова не сказано о механике износа поверхности реборды.

Для решения задачи минимизации напряжений в реборде барабана были использованы 3 метода исследования:

- экспериментальное определение напряжений при использовании тензометрии
- построение 3d модели в SolidWorks Simulation (COSMOSWorks)
- создание математической модели с адаптацией теории цилиндрических оболочек

Тимошенко С.П.

Сравнение результатов полученных из 3-х методов позволит более достоверно оценить влияние напряжений на лобовину барабана при многослойной навивке.

При расчете реборды канатного барабана для многослойной навивки выводится математическая зависимость в напряженности n слоев каната при переходе в выше лежащий слой.