

УДК 517.1:519.6

МАТЕМАТИЧНІ ТА ПРОГРАМНІ КОМПОНЕНТИ САПР МЕХАНІЗМУ ОСНОВНОГО РЕГУЛЯТОРА ВЕРСТАТА ТИПА PRM

Студ. А.А. Весельська, гр. МгІТ-2-16
Науковий керівник проф. В.Ю. Щербань
Київський національний університет технологій та дизайну

Мета і завдання. Мета полягає в розробці математичних та програмних компонентів САПР механізму основного регулятора верстата PRM[3].

Завдання полягає в оптимізації конструкції основного регулятора верстата PRM на основі кінематичних та кінетостатичних досліджень механізму з урахуванням реальних корисних навантажень на робочі органи при виконанні технологічних операцій[1,2].

Об'єкт та предмет дослідження. Об'єктом дослідження виступає технологічний процес формування тканини, а предметом дослідження виступає основний регулятор верстата PRM.

Методи та засоби дослідження. Теоретичною основою при вирішенні науково-технічної проблеми є праці провідних вчених в галузях текстильного виробництва, теорії механізмів та машин, математичного моделювання, математичного, програмного забезпечення САПР [2]. У теоретичних дослідженнях використано методи інтегрального та диференційного числення, теоретичної механіки, теорії алгоритмів[3].

Наукова новизна та практичне значення отриманих результатів. На основі кінематичних та кінетостатичних досліджень механізму з урахуванням реальних корисних навантажень на робочі органи при виконанні технологічних операцій, удосконалена конструкція основного регулятора верстата PRM.

Результати дослідження. Механізм основного регулятора верстата PRM включає в себе п'ять рухомих ланок, які з'єднані між собою та зі станиною за допомогою семи кінематичних пар.

На рисунку 1 представлена схема механізму основного регулятора верстата PRM та основна форма програми. На основній формі (на рисунку 1 представлений фрагмент) представлені графічні залежності зміни координат точок механізму основного регулятора верстата PRM, проекції швидкостей та прискорень на координатні вісі. Результати кінетостатичних досліджень представлені на третій формі програми. В основу кінематичних досліджень покладений метод використання замкнутих векторних багатокутників. Послідовно проектуя його на координатні вісі отримуємо співвідношення для відповідних координат точок.

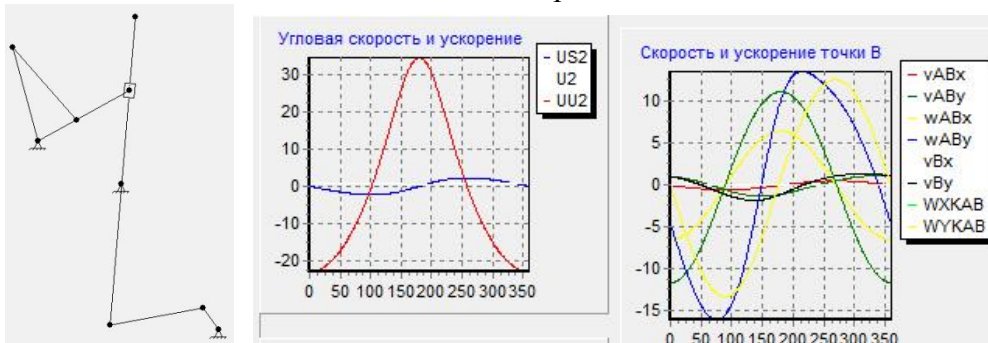


Рисунок 1 – Схема механізму основного регулятора верстата PRM та основна форма програми

Двічі виконуючи операцію диференціювання рівнянь проєкцій для переміщення, отримаємо відповідні рівняння для швидкостей та переміщень. Основні кінематичні та кінетостатичні співвідношення для кулісної групи мають вигляд

$$\begin{aligned}
 \varphi_{3i} &= f^1(x_{Ai}, y_{Ai}, l_{3i}, l_{4i}, \varphi_{4i}), \\
 x_{Ai} + l_{3i} \cos \varphi_{3i} + l_{4i} \cos \varphi_{4i} &= 0, \quad l_{3i} = f^2(x_{Ai}, y_{Ai}, \varphi_{3i}, l_{4i}, \varphi_{4i}), \\
 y_{Ai} + l_{3i} \sin \varphi_{3i} + l_{4i} \sin \varphi_{4i} &= 0, \quad \omega_{3i} = f^3(vx_{Ai}, vy_{Ai}, l_{3i}, \varphi_{3i}, l_{4i}, \varphi_{4i}), \\
 \varepsilon_{3i} &= f^4(wx_{Ai}, wy_{Ai}, vx_{Ai}, vy_{Ai}, l_{3i}), \\
 wx_{Ai} + w_{3i} \cos \varphi_{3i} - 2v_{3i}\omega_{3i} \sin \varphi_{3i} - l_{3i}\varepsilon_{3i} \sin \varphi_{3i} - l_{3i}\omega_{3i} \cos \varphi_{3i} &= 0, \\
 wy_{Ai} + w_{3i} \sin \varphi_{3i} + 2v_{3i}\omega_{3i} \cos \varphi_{3i} + l_{3i}\varepsilon_{3i} \cos \varphi_{3i} - l_{3i}\omega_{3i} \sin \varphi_{3i} &= 0,
 \end{aligned} \tag{1}$$

де $l_{1i}, l_{2i}, l_{3i}, l_{4i}$ - довжини відповідних ланок; φ_{1i} - кут між кривошипом O_1a і віссю x ; φ_{2i} - кут між шатуном $AiBi$ і віссю x ; φ_{3i} - кут між коромислом BO_2 і віссю x ; φ_{4i} - кут між відрізком O_1iO_2i і віссю x .

Для кінетостатичного аналізу роботи механізму основного регулятора верстата PRM основна система рівнянь рівноваги має вигляд

$$\begin{aligned}
 \sum_{i=1}^n y_i = y_0 - m_1g + \Phi_{1Y} - m_2g + \Phi_{2Y} - m_3g + \Phi_{3Y} + y_C = 0, \quad \sum_{i=1}^n m_0(\bar{F}_i) = -m_1g \cdot OS_1 \cos \varphi_1 + \\
 + \Phi_{2Y} \cdot h_{S2OY} + \Phi_{2X} \cdot h_{S2OX} - m_2g \cdot h_{S2OY} - M + \Phi_{3Y} \cdot h_{S3OY} - \Phi_{3X} \cdot h_{S3OX} - m_2g \cdot h_{S3OY} + \\
 + y_C \cdot OC + M_{H2} - M_{H3} = 0, \\
 \sum_{i=1}^n x_i = x_C - x_B + \Phi_{3X} = 0, \quad \sum_{i=1}^n y_i = y_C - m_3g + \Phi_{3Y} + y_B = 0, \quad \sum_{i=1}^n m_B(\bar{F}_i) = -M - \\
 - y_C \cdot CB \cdot \cos \varphi_3 - x_C \cdot CB \cdot \sin \varphi_3 + m_3g \cdot BS_3 \cdot \cos \varphi_3 - \\
 - \Phi_{3Y} \cdot BS_3 \cdot \cos \varphi_3 + \Phi_{3X} \cdot BS_3 \cdot \sin \varphi_3 - M_{H3} = 0.
 \end{aligned} \tag{2}$$

Системи рівнянь (1) та (2) представляють математичне забезпечення, яке використовувалося при розробці програмного забезпечення.

Висновки. Розроблена математична модель основного регулятора верстата PRM для кінематичного та кінетостатичного аналізу з урахуванням реальних корисних навантажень на робочі органи при виконанні технологічних операцій.

Розроблено програмне забезпечення для системи автоматизованого проектування основного регулятора верстата PRM, яка дозволяє оптимізувати конструкцію з позиції мінімізації тиску в шарнірних парах.

Ключові слова: верстат, сила, швидкість, прискорення, шарнірна пара.

ЛІТЕРАТУРА

1. Ресурсоощадні технології виробництва текстилю, одягу та взуття: монографія: в 2 т. Т.1/Теоретичні основи та методи розроблення ресурсоощадних технологій та обладнання для виробництва текстилю, одягу та взуття/ В.Ю.Щербань, Б.Ф.Піпа, В.В.Чабан та ін. – К.:КНУТД, 2016. – 373 с.
2. Щербань В.Ю. Математичні моделі в САПР.Обрані розділи та приклади застосування/В.Ю.Щербань, С.М.Краснитський, В.Г.Резанова.-К.:КНУТД, 2010.- 220 с.
3. Щербань В.Ю. САПР обладнання легкої та текстильної промисловості /В.Ю.Щербань, Ю.Ю.Щербань, О.З.Клиско. -К.:Конус-Ю, 2007.- 275с.