УДК 685.31

АЛГОРИТМІЧНІ І ПРОГРАМНІ КОМПОНЕНТИ СИСТЕМИ РОЗРАХУНКУ ГЕОДЕЗИЧНИХ ФОРМ НИТКИ НА КОНІЧНИХ НАКОПИЧУВАЧАХ

Студ. Заяц А. А. МгЗІТ-18(л)
Наук. керівник проф.Щербань В.Ю.
Київський національний університет технологій та дизайну

Мета і завдання. Розробити алгоритмічні і програмні компоненти системи розрахунку геодезичних форм нитки на конічних накопичувачах [1,4,5].

Об'єкт та предмет дослідження. Об'єктом дослідження є процес намотування текстильних ниток, предметом дослідження є рівняння кривих постійного відхилення від геодезичної і геодезичної в параметричній формі [1,3,4].

Методи та засоби дослідження. Основними методами дослідження виступають теоретичні та експериментальні дослідження, які базуються на використанні текстильного матеріалознавства, механіки нитки, теорії пружності, математичного моделювання, методів теорії алгоритмів, аналітичної геометрії, планування експерименту та статистичної обробки результатів досліджень. При розробці програмного забезпечення використовувалися сучасні мови об'єктне – орієнтованого програмування[1-2, 3,5].

Наукова новизна та практичне значення отриманих результатів. Отримані рівняння описують криві постійного відхилення при $\beta_0 = \beta$, $tg\theta < \mu_{\max}$ та граничні при $tg\theta = \mu_{\max}$ де $\mu_{\max}$ - коефіцієнт тертя. Цими рівняннями можна скористатися для отримання рівноважного розташування витка на пакуванні при зміні напряму руху розкладальника нитки. Наприклад, вимагається перевести ниткою точки А ($z_0 = 0, \varphi_0 = 0, \beta_0 = 0$) в гвинтову лінію з $\beta =$ 82°50' уздовж граничної кривої. Величина кута повороту φ та величина зміщення уздовж осі z, яке необхідно здійснити, легко визначаються.

Гвинтова лінія розташовується між геодезичною $tg\theta = 0$ та граничною $tg\theta = \mu_{\max}$ кривими, тобто в області рівноваги. Про міру її статичної рівноваги можна судити по порівнянню величини $tg\theta$ з величиною $\mu_{\max}$.

Результати дослідження. Для конуса загальне рівняння кривих постійного відхилення набирає вигляду

$$\frac{d\xi}{dZ} + \frac{\pm \mathrm{g}\theta}{r^2} = 0 \tag{1}$$

де r - координата точки А; β - кут між ниткою і що утворює конуса,

$$\xi = \frac{I}{r sin\beta}$$

θ - кут геодезичного відхилення.

Знаки ± враховують можливість відхилення нитки в ту або іншу сторону від геодезичної лінії. Для конуса

$$r = R - z \operatorname{tg} \lambda \tag{2}$$

З урахуванням рівності (2) рівняння (1) перепишеться у виді

$$\frac{d\xi}{dZ} + \frac{(\pm \mathrm{tg}\theta)}{(R - r \operatorname{tg} \lambda)^2} = 0 \tag{3}$$

Розділивши змінні, про інтегрував й підставивши замість ξ її значення, отримаємо

$$\frac{1}{(R - Z \operatorname{tg} \lambda) sin\beta} = -\frac{(\pm \operatorname{tg} \theta)}{\operatorname{tg} \lambda (R - Z \operatorname{tg} \lambda)} + C \tag{4}$$

Постійну інтегрування визначимо з початкових умов $z = z_0$ та $\beta = \beta_0$

$$C = \frac{I}{(R - Z_0 \operatorname{tg} \lambda) sin\beta_{II}} + \frac{(\pm \operatorname{tg} \theta)}{\operatorname{tg} \lambda (R - Z_0 \operatorname{tg} \lambda)} \tag{5}$$

Підставивши значення з з рівняння (5) в (4) і зробивши перетворення, отримаємо перше параметричне рівняння z= f(β), тобто

$$\mathcal{Z} = \frac{R}{(=\text{tg}\theta)+\frac{\text{tg}\,\lambda}{sin\beta_0}}\left(\frac{1}{sin\beta_0} - \frac{1}{sin\beta}\right)+\mathcal{Z}_0\,\frac{(\pm\text{tg}\theta)+\frac{\text{tg}\,\lambda}{sin\beta}}{(\pm\text{tg}\theta)+\frac{\text{tg}\,\lambda}{sin\beta_0}} \qquad (6)$$

Для випадку tg(θ)=0, тобто геодезичного положення нитки, використавши (2) і (6), отримаємо друге параметричне рівняння

$$Z = \frac{R}{\text{tg}\,\lambda}\left(1 - \frac{sin\beta_0}{sin\beta}\right) \qquad (7)$$

Третє параметричне рівняння φ=f(β) отримаємо таким чином. Відомо, що

$$\text{tg}\,\beta = r = \frac{d\varphi}{dZ}cos\,\lambda \qquad (8)$$

Приведемо рівняння (8) до виду, зручного для вирішення, тобто змінні z та r виразимо через β. Підставивши рівняння (6) в (8) з урахуванням рівності (2) і зробивши необхідні перетворення, отримаємо диференціальне рівняння з розділеними змінними

$$\cos\lambda\, d\varphi = \frac{d\beta}{(\pm tg\theta \sin\beta + tg\lambda)}. \qquad (9)$$

Виконавши інтегрування рівняння (9) при умові, що tgλ<tg(θ), отримаємо

$$\varphi = \frac{1}{cos\lambda\sqrt{\text{tg}^2\theta-\text{tg}^2\lambda}}\,ln\frac{\text{tg}\lambda\cdot\text{tg}\frac{\beta}{2}+(\pm tg\theta)-\sqrt{\text{tg}^2\theta-\text{tg}^2\lambda}}{\text{tg}\lambda\cdot\text{tg}\frac{\beta}{2}+(\pm tg\theta)-\sqrt{\text{tg}^2\theta-\text{tg}^2\lambda}} + C \qquad (10)$$

Після визначення постійної інтегрування С з початкових умов $\varphi=\varphi_0$ и $\beta=\beta_0$ та виконавши алгебраїчні перетворення, отримаємо шукане рівняння

$$\varphi - \varphi_0 = \frac{1}{cos\lambda\sqrt{\text{tg}^2\theta-\text{tg}^2\lambda}}\,ln\frac{\text{tg}\frac{\beta}{2}\left(\text{tg}\lambda\cdot\text{tg}\frac{\beta_0}{2}+n\right)+m\text{tg}\frac{\beta_0}{2}+\text{tg}\lambda}{\text{tg}\frac{\beta}{2}\left(\text{tg}\lambda\cdot\text{tg}\frac{\beta_0}{2}+n\right)+m\text{tg}\frac{\beta_0}{2}+\text{tg}\lambda} \qquad (11)$$

$$m = (\pm tg\theta) - \sqrt{tg^2\theta - tg^2\lambda},\; n = (\pm tg\theta) + \sqrt{tg^2\theta - tg^2\lambda}.$$

У практиці велике значення має намотування під постійним кутом до утворюючої конуса. Рівняння гвинтової лінії, по якій розташовується нитка, легко виходить таким чином. Виконавши операцію диференціювання виразу (6) і підставивши диференціал в рівняння (9), отримуємо

$$dZ = \left[\frac{R\,sin\beta_0}{(\pm tg\theta)sin\beta_0+\text{tg}\lambda}\left(\frac{cos\beta}{sin^2\beta}\right)\frac{\mathcal{Z}_0\,\text{tg}\lambda\,sin\beta_0}{(\pm tg\theta)sin\beta_0+\text{tg}\lambda}\left(\frac{cos\beta}{sin^2\beta}\right)\right] \times (\pm tg\theta\,sin\beta_0 + \text{tg}\lambda)cos\lambda d\varphi \qquad (12)$$

Висновки. Отримані рівняння кривих постійного відхилення від геодезичної і геодезичної в параметричній формі.

За параметр прийнятий кут між ниткою і утворюючої поверхні. За допомогою рівнянь можна визначати рівноважне положення витків при конічному намотуванні в усіх фазах руху транспортувальника нитки.

Ключові слова: нитка, утворююча поверхні, рівноважне положення витків, конічне намотування, рівняння кривих, геодезична лінія.

ЛІТЕРАТУРА

1. Щербань В.Ю. Базове проектуюче забезпечення САПР в індустрії моди/ В.Ю.Щербань, Ю.Ю.Щербань, О.З.Колиско, Г.В.Мельник, М.І.Шолудько, В.Ю.Калашник. – К.:Освіта України, 2018. – 902 с.
2. Щербань В.Ю. Механіка нитки/В.Ю.Щербань. – К.:Видавництво «Укрбланковидав». – 2018. – 533 с.
3. Прогнозування процесів на основі моделювання часових рядів: навч. Посіб./П.І.Бідюк, В.Ю.Щербань, Є.О.Демківський, Т.І.Демківська.-К.:КНУТД, 2017.-324 с.
4. Системи підтримки прийняття рішень-проектування та реалізація / П.І. Бідюк, Ю.Ю. Щербань, В.Ю. Щербань, Є.О. Демківський . - К.: КНУТД, 2004. – 112 с.
5. Щербань В.Ю. Математичні моделі в САПР /В.Ю. Щербань, В.Г. Резанова, С.М. Краснитський . - К.:КНУТД, 2014. – 110 с.
6. Щербань В.Ю., Волков О.И., Щербань Ю.Ю. САПР оборудования и технологических процессов легкой и текстильной промышленности. - К.:Бумсервис, 2004. - 519 с.