

КИНЕМАТИЧЕН АНАЛИЗ НА ДВИЖЕНИЕТО НА ИГЛИТЕ ПРИ КРЪГЛОПЛЕТАЧНА МАШИНА

Калоян ДИМИТРОВ
ka_dimitrov@mail.bg

Мина ЦОНЕВА
mina_todorova@abv.bg

ТУ-София, Факултет и Колеж – Сливен
гр. Сливен, бул. "Бургаско шосе" № 59

Резюме

В настоящата разработка е направен кинематичен анализ на движението на иглата в процеса на бримкообразуване при кръглоплетачните машини. Апроксимиран е законът на гърбичния канал, като е използван полиномен закон от втора степен и косинусов закон. Определени са скоростта и ускорението на плетачните игли във функция от ъгъла на завъртане на цилиндъра.

Ключови думи

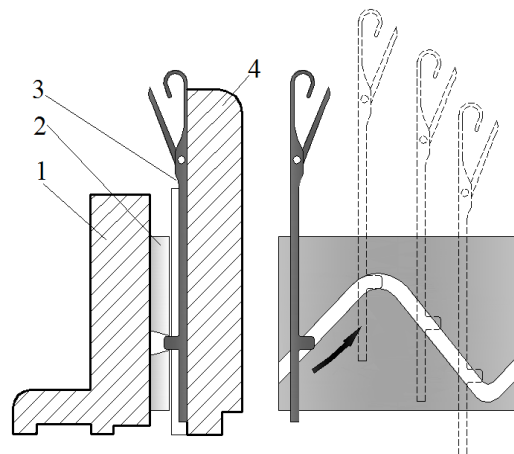
Кинематичен анализ, кръглоплетачни машини, бримкообразуващ механизъм, плетачна игла, гърбичен канал

Въведение

Известните кинематични анализи на движението на иглите при кръглоплетачните машини са предимно графо-аналитични. Гърбичните канали не са апроксимирани с аналитични зависимости, които позволяват прецизен анализ на скоростите и ускоренията, както и влиянието на формата на гърбичния канал. Този анализ е от съществено значение за динамиката на процеса и натоварването на плетачните игли [2].

По своята същност плетенето е основен технологичен процес. Той се провежда на плетачни машини, на които чрез нагъване и преплитане на текстилни нишки се получава плетиво [4]. Това механично обработване на нишките в трикотаажните машини се базира на процеса на бримкообразуването. Основните работни органи в бримкообразуването са плетачните игли 3 (фиг. 1). Те извършват възвратни-постъпателни движения във вертикална посока. Плетачните игли са разположени във фрезовани канали на цилиндъра (4), които са успоредни спрямо оста му. Възвратни-постъпателните движения иглите получават от съответните плетачни системи 1. Тези системи са монтирани от външната страна на игления цилиндър, които образуват върху машината втори цилиндър. Този втори цилиндър е неподвижен, като всяка отделна система е свързана, чрез болтови съединения към основната плоча на машината. От вътрешната страна на плетачните системи

са разположени метални блокчета в които се намират гърбичните канали 2. Вертикалното движение на иглата се дължи на ротацията на цилиндъра и постоянния контакт между работната ѝ пета с гърбичния канал. По този начин се осъществява процеса на бримкообразуване.



1-плетачна система
2-метален блок с гърбичен канал
3-цилиндър
4-плетачна игла

фиг. 1. Схема на бримкообразуващ механизъм

От скоростта, и по-точно от изменението на скоростта, с която иглата осъществява цикъла на своето движение, зависи напрежението на текстилната нишка, а впоследствие зависят качеството на плетивото и производителността на плетачния процес.

Предмет на настоящата статия е профилът на гърбичния канал, който определя предавателната функция на движението на иглата в зависимост от ротацията на цилиндъра.

Целта на разработката се състои в определянето на кинематичната зависимост на движението на плетачната игла от движението на цилиндъра.

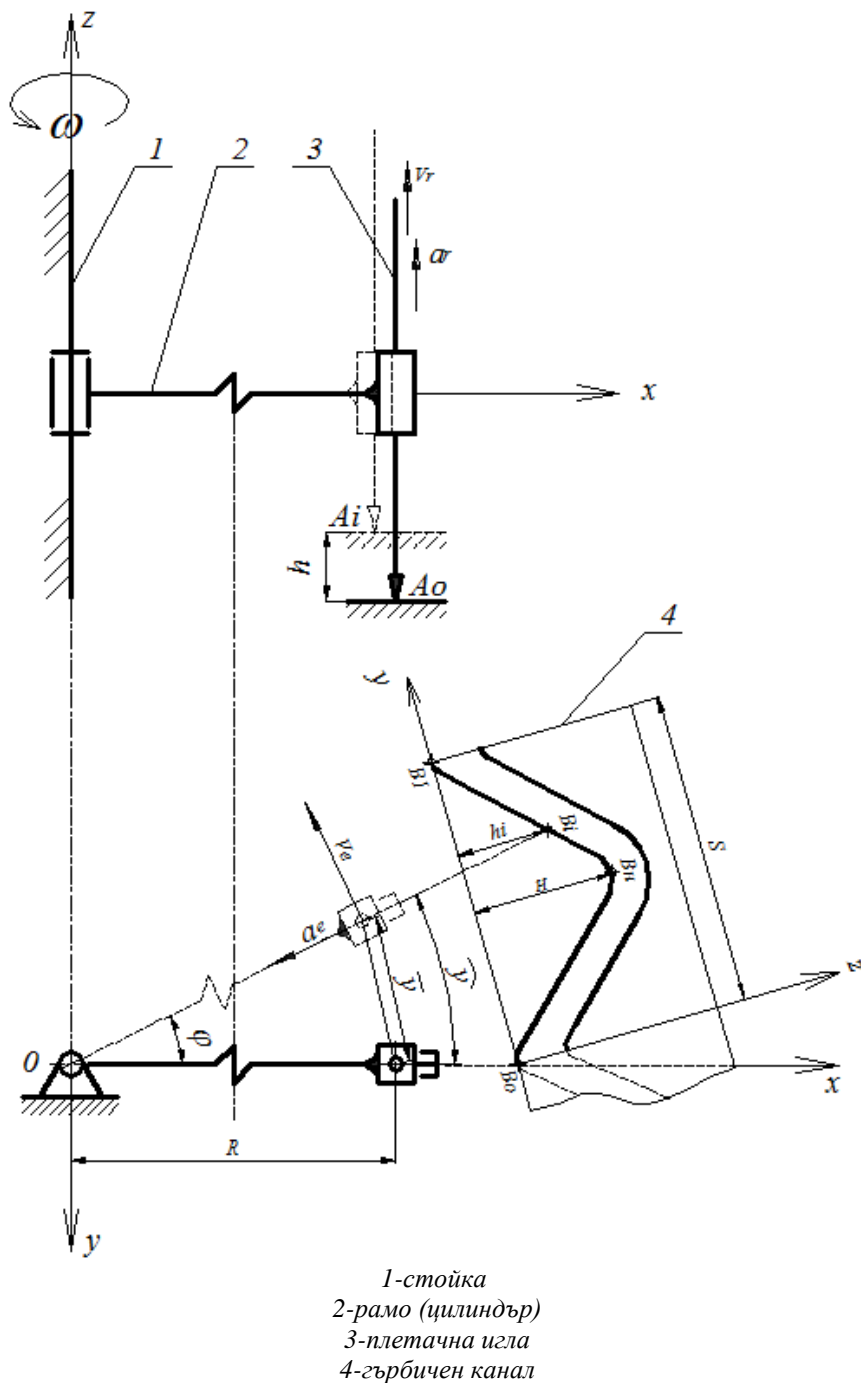
Задачите за изпълнение са съсредоточени върху: съставяне на кинематична схема и намиране на функцията

на положение на иглата, скоростта и ускорението при профила на гърбичния канал.

Кинематичен анализ

Кинематична схема

На фиг. 2 е показана кинематичната схема на механизма за задвижване на плетачната игла. С позиция 1 е означена стойката, която е ос на ротация на цилиндъра 2. Плетачната игла е означена с 3, а гърбичният канал, който направлява вертикалното ѝ движение е означен с 4.



Фиг. 2. Кинематична схема на механизъм за задвижване на плетачната игла при кръглоплетачна машина

Звената 1, 2 и 3 образуват отворена кинематична верига (ОВК) с две степени на свобода. Механизмът се затваря, чрез канала на гърбицата и работната пета на иглата. Така се получава кинематична верига е с една степен на свобода.

Движението на иглата е ориентирано относно неподвижната координатна система $Oxuz$. Вертикалното преместване на иглата е означено с h и се приема:

$$(1) \quad h = f(y)$$

поради големият радиус R се приема:

$$(2) \quad y \approx R \cdot \varphi$$

Където φ е ъгъла на завъртане на цилиндъра, който се движи с постоянна ъглова скорост $\omega = \dot{\varphi} = \text{const}$ ($\ddot{\varphi} = 0$). Тогава:

$$(3) \quad h = f(\varphi)$$

Закон на гърбичния канал

Профилът на гърбичния канал може да се опише чрез уравнението $z = f(y)$ (фиг. 2). Извършена е апроксимация с полиномен закон от втора степен:

$$(4) \quad \begin{aligned} z &= f(y) = a + by + cy^2 \\ z' &= f'(y) = b + 2cy \end{aligned}$$

Апроксимацията е направена по метода на интерполационните възли. $V_i \in f(y)$, от фиг. 2:

$$(5) \quad \begin{aligned} \text{за т. } B_0 &\rightarrow y = 0, f(y) = 0 \\ \text{за т. } B_H &\rightarrow y = \frac{S}{2}, f(y) = H \\ \text{за т. } B_1 &\rightarrow y = S, f(y) = 0 \end{aligned}$$

като заместим (5) в (4) се получава:

$$(6) \quad z(y) = \frac{4H}{S} y \left(1 - \frac{y}{S}\right)$$

Анализът показва, че резултатите относно ускоренията не са благоприятни. Тогава уравнението на гърбичния канал може да се опише и чрез косинусов закон:

$$(7) \quad z = \frac{H}{2} \left(1 - \cos \frac{\pi y \cdot 2}{S}\right)$$

от $y = R \cdot \varphi = R \cdot (\omega \cdot t + \varphi_0)$, следва:

$$(8) \quad z = \frac{H}{2} \left(1 - \cos \frac{2\pi R(\omega t + \varphi_0)}{S}\right)$$

Скорост на иглата

Плетачната игла извършва относително движение по закона:

$$(9) \quad z = z(y) = z(R\varphi)$$

Преносното движение е ротацията на цилиндъра $\varphi = \varphi(t)$. Абсолютната скорост \vec{V} се определя, като геометрична сума от релативната \vec{V}_r и преносната \vec{V}_e . За разглежданото движение $\vec{V}_r \perp \vec{V}_e$ ($\vec{V}_r \parallel Z$ и \vec{V}_e лежи в равнината xy) (фиг. 2). \vec{V}_r се получава чрез диференциране на (9) спрямо времето. За уравнение на гърбицата (8) се получава:

$$(10) \quad V_r = \dot{z} = H \frac{\pi R \omega}{S} \sin \frac{2\pi R(\omega t + \varphi_0)}{S}$$

Големината на преносната скорост на иглата се определя по:

$$(11) \quad V_e = \dot{\varphi} \cdot R = \omega \cdot R$$

От (10) и (11) за абсолютната скорост се получава:

$$(12) \quad V = \frac{\omega R}{S} \sqrt{H^2 \pi^2 \sin^2 \frac{2\pi R(\omega t + \varphi_0)}{S} + S^2}$$

Ускорение на иглата

Абсолютното ускорение на иглата е геометрична сума от релативното \vec{a}_r , преносното \vec{a}_e и Кориолисовото ускорение \vec{a}_c .

Релативното ускорение се определя, чрез двукратно диференциране (9) спрямо времето, получава се:

$$(13) \quad a_r = \ddot{z} = H \frac{\pi^2 R^2 \omega^2}{S^2} \cos \frac{2\pi R(\omega t + \varphi_0)}{S}$$

Тангенциалната компонента на преносното движение \vec{a}_e е равна на нула ($\ddot{\varphi} = 0$). Следователно:

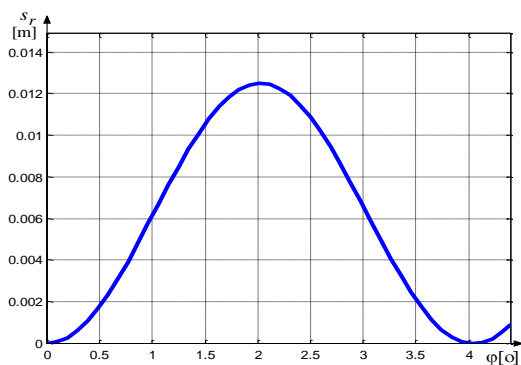
$$(14) \quad a_e = a_e n = \dot{\varphi}^2 \cdot R = \omega^2 \cdot R$$

За разглежданото движение ($\vec{V}_r \parallel \vec{\omega}_e$), следва че:

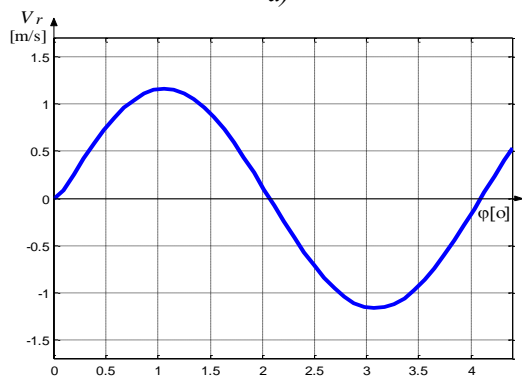
$$(15) \quad a_c = 0 \text{ m/s}^2$$

За абсолютното ускорение на иглата се получава:

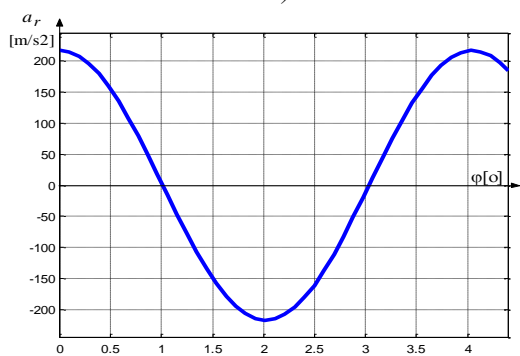
$$(16) \quad a = \frac{\omega^2 R}{S} \sqrt{H^2 \pi^4 R^2 \cos^2 \left(\frac{2\pi R(\omega t + \varphi_0)}{S}\right) + S^2}$$



a)



б)



в)

фиг. 3. Кинематични характеристика на релативното движение във функция на ъгъла на завъртане на цилиндъра

Числен експеримент

При входни данни:

$$(17) \quad \begin{aligned} \omega &= \frac{2}{3}\pi; \\ R &= 0,381 \text{ m}; \\ S &= 0,0269 \text{ m}; \\ H &= 0,0125 \text{ m}; \\ \varphi_0 &= 0 \text{ rad} \end{aligned}$$

са определени скоростта и ускорението на иглите във функция на ъгъла на завъртане на цилиндъра. На фиг. 3 са изобразени $z(\varphi)$; $\dot{z} = V_r(\varphi)$; $\ddot{z} = a_r(\varphi)$

Заклучение

Влиянието на вида на гърбичния канал е от съществено значение за безударната динамика на процеса, поради което считаме, че могат да се използват по-добри функции за оформяне на гърбичните канали.

Благодарности

Авторите благодарят за идеите и мнението на проф. Пенка Генова относно настоящата разработка.

Литература

- Генова, П. Теория на механизмите и машините, София, 1994.
 Гарбарук. В. Н., Проектирование трикотажных машин, изд. Машиностроение, Ленинград, 1980.
 Минчев, Н., Живков, В., Енчев, К., Стоянов, П., Теория на механизмите и машините, Техника, София, 1991
 Харалабус, А. Машини и процеси в трикотажното производство, изд. Жажда, Сливен, 2008.

KINEMATIC ANALYSIS OF MOVEMENT OF NEEDLES IN CIRCULAR KNITTING MACHINE

Kaloyan DIMITROV

Mina TZONEVA

Summary

In this paper the kinematic analysis is made the movement of the needle in the loop formation in circular knitting machines. The law of cam channel is approximated, using a polynomial of second degree statutory and kosinos law. The speed and acceleration of knitting needles are set as a function of the angle of rotation of the cylinder.