

УДК 685.31

АЛГОРИТМІЧНІ І ПРОГРАМНІ КОМПОНЕНТИ СИСТЕМИ ПРОЕКТУВАННЯ ПРОЦЕСУ ВЗАЄМОДІЇ ВОЛОКНИСТИХ ЕЛЕМЕНТІВ З УРАХУВАННЯМ НЕЛІНІЙНИХ ЕФЕКТІВ

Студ. Суцанський О. С. МГІТ-1-18

Наук. керівник доц. Мельник Г.В.

Київський національний університет технологій та дизайну

Мета і завдання. Розробити алгоритмічні і програмні компоненти системи проектування процесу взаємодії волокнистих елементів з урахуванням нелінійних ефектів [1-6].

Об'єкт та предмет дослідження. Об'єктом дослідження є технологічний процес прядильного виробництва. предметом дослідження є прилад з криволінійним профілем для транспортування сировини [1,3].

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. У роботах розглянута ударна взаємодія елементів бавовни-сирцю з робочим органом в процесі очищення і здійснена спроба врахувати не лінійність пружних сил в процесі цієї взаємодії. З метою більше поглибленого вивчення процесу взаємодії волокнистої частки з робочим органом нами розглянутий процес ударної взаємодії.

При цьому пучок розглядався як пружний елемент, що має масу з лінійною характеристикою оновлюючої сили. Проте для точнішого опису реального процесу при складанні рівняння руху системи слід врахувати не лінійність оновлюючої сили [2,4,5].

Результати дослідження. Для нелінійно-пружної текстильного матеріалу (волокна) залежність оновлююча сила - деформація аналітично можна виразити у вигляді

$$P = k\varepsilon^a, \quad (1)$$

де k - коефіцієнт жорсткості матеріалу; ε - відносна деформація; a - коефіцієнт, що характеризує не лінійність залежності навантаження - деформація.

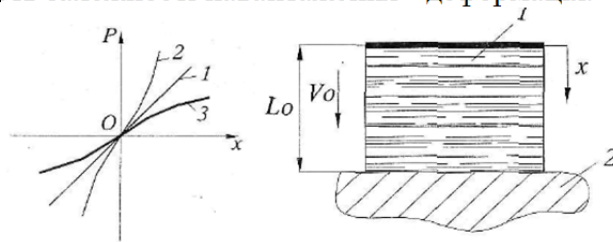


Рисунок 1 - Криві залежності навантаження від деформації x при постійній величині початкової жорсткості

На рисунку -1 (1 - при $a=1$; 2 - $a>1$; 3 - $a<1$) представлені: криві залежності навантаження від деформації x при постійній величині початкової жорсткості і різних коефіцієнтах не лінійності a .

Диференціальне рівняння руху консервативної системи з одним ступенем свободи при нелінійній характеристиці оновлюючої сили запишемо таким чином

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} + f(x) = 0, \quad (2)$$

де $f(x)$ - оновлююча сила; згідно (1)

$$f(x) = k\varepsilon^a = k \left(\frac{x}{L_0} \right)^a. \quad (3)$$



В (3) x - величина деформації; Lo - початкова товщина волокнистої частки (рис. 2, де 1 - частка волокна; 2 - робочий орган).

Рішення і аналіз диференціального рівняння (2) з нелінійною характеристикою пружної сили проведемо згідно відомої методики.

Від (2) перейдемо до системи виразів виду

$$\frac{dx}{dt} = y, \quad \frac{dy}{dt} = -\frac{f(x)}{m}. \quad (4)$$

Виключивши в системі (4) час t , отримаємо диференціальне рівняння траєкторій системи на фазовій площині

$$\frac{dy}{dx} = -\frac{f(x)}{m}, \quad (5)$$

яке можна переписати як

$$m dy = -f(x) dx. \quad (6)$$

Вважаючи, що при $t=t_0$ $x=x_0$, а $y=y_0$. Після інтегрування в межах від t_0 до t отримаємо рівняння

$$\frac{1}{2} m y^2 - \frac{1}{2} m y_0^2 = -\int_{x_0}^x f(x) dx, \quad (7)$$

яке перепишемо в наступному виді

$$\frac{1}{2} m y^2 + \int_0^x f(x) dx = \frac{1}{2} m y_0^2 + \int_0^{x_0} f(x) dx.$$

Опис руху коливальної системи не буде повним, якщо не визначена його періодичність. Час чверті періоду коливань та період коливань визначаємо за формулами

$$t = \int_0^{x_k} \frac{dx}{\sqrt{\frac{2}{m} \int_x^{x_k} k \left(\frac{x}{Lo}\right)^a dx}}, \quad T = 2\sqrt{2} \int_0^{x_k} \frac{dx}{\sqrt{\frac{k}{m} \int_x^{x_k} \left(\frac{x}{Lo}\right)^a dx}}.$$

Висновки. При розгляді процесу ударної взаємодії волокнистого матеріалу з робочим органом слід враховувати не лінійність оновлюючої сили.

Отримана методика дозволяє аналітично визначити основні параметри ударної системи (зміну швидкості взаємодії, максимальну деформацію і період коливань системи) з урахуванням не лінійності і може бути використана в практичних цілях при розробці технологічних процесів, наприклад, при очищенні волокнистого матеріалу.

Ключові слова:

ЛІТЕРАТУРА

1. Щербань В.Ю. Базове проектує 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-проекування 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. Красницький . - 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.