

Представляючи квантову нечітку множину другого роду  $q_{II}fC$  у вигляді нечіткої множини другого роду  $f_{II}C$  за допомогою рівностей  $I_{q_{II}fC}(u_1) = I_{f_{II}C}(u_1)$ ,  $I_{q_{II}fC}(u_2) = I_{f_{II}C}(u_2)$ , ...,  $I_{q_{II}fC}(u_N) = I_{f_{II}C}(u_N)$ . Отримуємо виході блока 6  $q_{II}f$  – системи (рис.3) результат алгебраїчного об'єднання нечітких множин другого роду  $f_{II}A$  та  $f_{II}B$  з індикаторними функціями відповідно  $I_{f_{II}A}(u_i)$  та  $I_{f_{II}B}(u_i)$ ,  $i = \overline{1, N}$  у вигляді нечіткої множини другого роду  $f_{II}C$  з індикаторною функцією  $I_{f_{II}C}(u_i)$ ,  $i = \overline{1, N}$ .

### Висновки

Здійснено математичне моделювання процесу алгебраїчного об'єднання неперетинних нечітких множин другого роду, на основі алгебраїчного об'єднання квантових нечітких множин другого роду у  $q_{II}f$  -системах, що є основою для проведення практичних досліджень.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Пастух О.А. Квантові нечіткі множини з комплексно значною характеристичною функцією і їх використання для квантового комп'ютера // Вісник Хмельницького національного у-ту.- 2006.– Т.1.– №2.– с.158–161.
2. Пастух О.А. Квантова нечітка випадкова подія та її маргінальна амплітуда ймовірності / О.А.Пастух // Вісник Хмельницького національного у-ту.– 2006. – №5.– с.58–60.
3. Пастух О.А. Повний біунарний уноід квантових нечітких булевих підмножин на просторі  $[0; \infty)$  // Вісник Хмельницького національного у-ту. – 2007. – №1. – с.196–198.
4. Пастух О.А. Основи зв'язку між математичними формалізмами інформаційних систем, нечітких інформаційних систем та квантових інформаційних систем / О.А.Пастух // Вісник Хмельницького національного у-ту. – 2008. – №3.– с.87–98.

Надійшла 07.09.2009

УДК 677.055

## ДИНАМІЧНІ НАВАНТАЖЕННЯ В ПАРІ ГОЛКА-КЛИН ПІД ЧАС ПУСКУ В'ЯЗАЛЬНОЇ МАШИНИ

Б.Ф. ПІПА, Г.І. КОНЬКОВ

Київський національний університет технологій та дизайну

*Представлено метод оцінки впливу режиму пуску в'язальної машини на динамічні навантаження, що виникають у зоні взаємодії голки з клином. Встановлено, що максимальні динамічні навантаження виникають у в'язальних системах у момент, коли швидкість співударяння голки з клином досягає свого максимуму, тобто в період сталого режиму руху машини*

Несталий режим руху в'язальної машини суттєво впливає на динамічні навантаження в її деталях та механізмах. Дослідження [1..4] та інші показують, що динамічні навантаження, які виникають у деталях приводу та інших механізмів під час пуску машини втричі і більше разів перевищують навантаження, що діють у період сталого режиму руху.

Однак дослідження впливу несталого режиму роботи в'язальної машини на динамічні навантаження, які виникають у зоні удару голок об клини в'язальних систем, практично не проводилися.

Усе це зумовило необхідність проведення досліджень з визначення впливу несталого режиму роботи машини на величину навантажень у зоні удару голок об клини. При цьому найбільший інтерес становить режим пуску машини, коли динамічні навантаження, як правило, досягають більшого значення порівняно з навантаженнями, які виникають у період її гальмування.

#### **Об'єкти та методи дослідження**

Об'єктом досліджень взято процес взаємодії голок з клинами в'язальної машини. При вирішенні завдань, поставлених у цій роботі, використано сучасні методи теоретичних досліджень, що базуються на теорії динаміки механічних систем.

#### **Постановка завдання**

Враховуючи доцільність подальшого удосконалення теорії проектування в'язальних машин, статтю присвятили розробці методу оцінки впливу режиму пуску в'язальної машини на динамічні навантаження, що виникають у зоні взаємодії голок з клинами в'язальних систем механізму в'язання.

#### **Результати та їх обговорення**

Дослідження навантажень у механізмі в'язання розглянемо на прикладі удару п'ятки голки об кулірний клин в'язальної машини, оскільки вони є визначальними [5]. З метою спрощення рішення поставленого завдання технологічними навантаженнями, як такими, що істотно не впливають на динамічні навантаження [5], знехтуємо.

При ударі голки об клин під час пуску машини, враховуючи деформацію пари голка-клин, п'ятка голки в зоні удару проходить шлях, який визначаємо із умови:

$$x = vt + 0,5at^2 - \delta_x, \quad (1)$$

де  $x$  – горизонтальний шлях точки удару голки об клин;

$v$  – горизонтальна швидкість голки при ударі об клин;

$t$  – час удару голки об клин;

$a$  – горизонтальна складова прискорення голки в період пуску машини;

$\delta_x$  – горизонтальна складова деформації пари голка-клин у зоні удару.

Приймаючи рух голки (голкового циліндра для круглов'язальної машини) в період пуску рівномірно прискореним, одержуємо:

$$v = v_0 + aT, \quad (2)$$

де  $v_0$  – початкова швидкість голкового циліндра;

$T$  – час пуску машини.

Враховуючи, що  $v_0 = 0$ , маємо:

$$v = aT. \quad (3)$$

Підставляючи вираз (3) у (1), знаходимо:

$$x = a(Tt + 0,5t^2) - \delta_x. \quad (4)$$

Рівняння руху мас машини в період пуску має вигляд:

$$J\varepsilon = M, \quad (5)$$

де  $J$  – приведений момент інерції обертових мас машини (приведення до осі циліндра машини);

$M$  – приведений пусковий момент електродвигуна;

$\varepsilon$  – кутове прискорення мас машини.

Для нашого випадку (рівномірно прискорений рух машини) маємо:

$$J \frac{\omega}{T} = M \quad \text{або} \quad J \frac{\pi n}{30T} = M, \quad (6)$$

де  $\omega$  – кутова швидкість голкового циліндра;

$n$  – частота обертання голкового циліндра.

Для круглов'язальних машин

$$v = \frac{\pi dn}{60},$$

де  $d$  – діаметр голкового циліндра з урахуванням положення точки удару голки об клин.

Беручи до уваги (3), з виразу (6) знаходимо:

$$a = \frac{Md}{2J}. \quad (7)$$

Тоді рівняння (4), набуде вигляду:

$$x = \frac{Md}{2J} (Tt + 0,5t^2) - \delta. \quad (8)$$

Вертикальне переміщення голки при ударі в період пуску машини становить:

$$y = xtg\alpha - \delta_y, \quad (9)$$

де  $y$  – вертикальне переміщення голки;

$\alpha$  – кут кулірного клина в зоні удару;

$\delta_y$  – вертикальна складова деформації пари голка-клин при ударі.

Підставляючи вираз (8) у (9), одержуємо:

$$y = \frac{Md}{2J} (Tt + 0,5t^2) tg\alpha - \delta, \quad (10)$$

де

$$\delta = \delta_x tg\alpha + \delta_y.$$

Згідно з [5] рівняння руху голки в період удару може бути представлено у вигляді:

$$m\ddot{y} = kF, \quad (11)$$

де  $m$  – маса голки;

$k$  – параметр, що характеризує конструктивні особливості голки і умови її роботи;

$F$  – горизонтальна складова сили удару голки об клин.

Параметр  $k$  визначається із умови [5]:

$$k = ctg(\alpha + \rho_1) - \frac{2a_1 + b}{b} \mu_2,$$

де  $\rho_1$  – кут тертя п'ятки голки по клину;

$a_1$  – плече удару п'ятки об клин;

$b$  – плече опорної реакції п'ятки;

$\mu_2$  – коефіцієнт тертя голки по направляючим (штагам).

Диференціюючи вираз (10) двічі та підставляючи отримане значення в (11) і враховуючи, що  $\delta = \delta'F$ , де  $\delta'$  – питома деформація (податливість) пари голка-клин, одержуємо диференційне рівняння зміни навантажень, що діють у в'язальних системах у період пуску машини:

$$\ddot{F} + \frac{k}{m\delta'}F = \frac{Md}{2J\delta'}\text{tg}\alpha. \quad (12)$$

Розв'язуючи рівняння (12), знаходимо:

$$F = A \cos \beta t + B \sin \beta t + Q, \quad (13)$$

де  $A, B$  – постійні інтегрування;

$Q$  – постійна складової сили удару;

$\beta$  – циклова частота зміни сили удару в момент взаємодії голки з клином,  $\beta = \sqrt{\frac{kC}{m}}$ , де  $C = 1/\delta'$ .

Використовуючи початкові умови, при  $t = 0$   $F = 0$  знаходимо:

$$A = -Q = -\frac{Mdm}{2Jk}\text{tg}\alpha. \quad (14)$$

З огляду на те, що при  $t = 0$   $y = 0$ , можна одержати:

$$B = \frac{Md(T+t)}{2J\beta\delta'}\text{tg}\alpha. \quad (15)$$

Оскільки час удару голки об клин малий порівняно з часом пуску машини, враховуючи залежності (3), (7), знаходимо:

$$B = \frac{v}{\beta\delta'}\text{tg}\alpha. \quad (16)$$

Враховуючи, що для круглов'язальних машин типу КО  $B \gg A$  (для круглов'язальних машин типу КО  $B/A \approx 7,1 \cdot 10^3$ ), можемо одержати:

$$F = B \sin \beta t = \frac{v}{\beta\delta'}\text{tg}\alpha \cdot \sin \beta t = v\sqrt{\frac{m}{k\delta'}}\text{tg}\alpha \cdot \sin \beta t. \quad (17)$$

На основі одержаного рівняння (17) можемо стверджувати, що максимальна сила удару голки об клин становить:

$$F_{\max} = v\sqrt{\frac{m}{k\delta'}}\text{tg}\alpha. \quad (18)$$

### Висновки

Аналізуючи отриману залежність (18), доходимо до висновку, що максимальні динамічні навантаження виникають у в'язальних системах в'язальної машини у момент, коли швидкість співударяння голки з клином досягає своєї максимальної величини, тобто у період сталого режиму руху. Таким чином, навантаження, що виникають при пуску машини, менші від навантажень, які діють у в'язальних системах у період сталого режиму руху машини.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Вейц В. Л., Кочура А.Е., Мартыненко А.М. Динамические расчеты приводов машин. – М.: Машиностроение, 1971. – 352 с.
2. Голубенцев А.Н. Динамика переходных процессов в машинах со многими массами. – М.: Машгиз, 1959. – 147 с.
3. Кожевников С.Н. Динамика машин с упругими звеньями. – К.: Изд-во АН УССР, 1961. – 190 с.
4. Піпа Б.Ф., Хомяк О.М., Павленко Г.І. Динаміка круглов'язальних машин. – К: КНУТД, 2005. – 294 с.
5. Волощенко В.П., Піпа Б.Ф., Шипуков С.Т. Эксплуатационная надежность машин трикотажного производства. – К.: Техніка, 1977. – 136 с.

Надійшла 15.06.2009

УДК 678. 04.

## ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ВИДАЛЕННЯ МЕТАЛОКОРДУ З ЛИСТОВИХ ВІДХОДІВ ШИННОГО ВИРОБНИЦТВА

О.П. БУРМІСТЕНКОВ, В.П. МІСЯЦЬ, О.Ю. БАЧИНСЬКА

Київський національний університет технологій та дизайну

*Представлено результати експериментального дослідження процесу видалення металокорду з відходів гуми шинного виробництва, в результаті якого визначено технологічні зусилля, що виникають при стягуванні гуми з металокорду двома ножами. Об'єктом експериментальних досліджень є відходи шинного виробництва у вигляді листових заготовок, що містять металокорд*

### **Постановка завдання**

Відходи гуми з металокордом утворюються при виробництві шин. Гума, що міститься у цих відходах, може бути використана як сировина<sup>1</sup> але для цього необхідно видалити металокорд. Запропоновано видаляти його за допомогою машини, робочими органами якої є дві пари ножів і рухомий захват, що рухається поступально. Для проектування конструкції робочих органів машини і її приводу необхідно експериментально визначити залежність діючого технологічного зусилля від параметрів процесу.

### **Об'єкти та методи дослідження**

Випробуванню підлягали зразки відходів шинного виробництва шириною основи 10...11 мм і довжиною 20...25 мм. Зразки відрізалися від цілого шматка відходів уздовж металокорду. На 10...11 мм ширини смуги припадало чотири скрутки металокорду.

Дослідження проводились за допомогою виготовленого пристрою для визначення зусилля видалення металокорду двома ножами (рис. 1), що встановлювався на розривній машині для випробування полімерних матеріалів ИР 5057-50.

<sup>1</sup> В.Г. Никольский. Назва статті . Вторичные ресурсы. – 2002 г., – №1, с.48–51 .