

УДК 677.055

ВПЛИВ ЖОРСТКОСТІ ПАРИ ГОЛКА-КЛИН НА ДИНАМІКУ НАПРУЖЕНЬ У ГОЛЦІ ПРИ УДАРІ ОБ КЛИН

С.А. Плешко, кандидат технічних наук, доцент
Київський національний університет технологій та дизайну

Ключові слова: голка, пара голка-клин, жорсткість, напруження, клин.

Дослідження показали, що в момент удару трикотажної голки об клин у її стержні виникають ударні хвилі напружень, що є однією із основних причин відмовлення голок (руйнування гачка голки). При розв'язанні задачі визначення величини напружень, що виникають у стержні голки, розглядається випадок жорсткого удару голки (стержня) об клин. У дійсності ж при ударі голки об клин має місце пружний удар, зумовлений жорсткістю пари голка-клин. При розгляді питання розповсюдження хвиль напружень, що виникають у момент удару, розглянемо стержень, схема якого представлена на рис.1, а. Вісь стержня приймаємо за вісь X . Сила удару прикладена до точки O стержня.

За початкові умови приймаємо: при $t = 0$

$$u = 0; \quad \frac{\partial u}{\partial t} = 0;$$

гранична умова (при $x = 0$):

$$EF \frac{\partial u}{\partial x} = -N(t),$$

де $u = u(x, t)$ – подовжнє переміщення перетину стержня при ударі; E – модуль нормальної пружності матеріалу стержня; F – площа поперечного перерізу стержня;

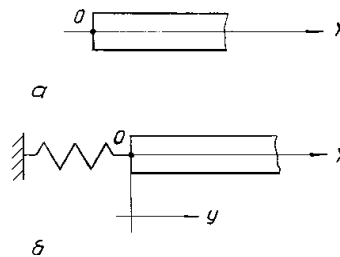


Рисунок 1 – Розрахункова схема до аналізу процесу поширення пружної подовжньої хвилі напружень у стержні голки в'язальної машини: a – при жорсткому ударі голки об клин; b – при пружному ударі голки об клин

$\varepsilon = \frac{\partial u}{\partial x}$ – відносне подовження стержня;

$N(t)$ – зусилля стиску, зумовлене ударом.

Очевидно: $N(t) \equiv 0$ при $t \leq 0$.

Переміщення перетинів стержня в момент удару описується диференціальним рівнянням:

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = a^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}, \quad (1)$$

де $a = \sqrt{\frac{E}{\rho}}$ – швидкість поширення звуку в матеріалі стержня;

ρ – масова погонна щільність матеріалу стержня.

Припустимо, що уздовж стержня поширюється подовжня хвиля:

$$u = f(x - at), \quad (2)$$

що задовольняє рівняння (1).

Тоді рівняння руху перетинів стержня можна представити у вигляді:

$$\frac{\partial u}{\partial x} = f'(x - at). \quad (3)$$

Розв'язуючи рівняння (3) з використанням граничних умов, маємо:

$$EFf'(-at) = -N(t).$$

Звідки:

$$f'(-at) = -\frac{N(t)}{EF}. \quad (4)$$

Після перетворень:

$$\frac{d}{dt} f(-at) = \frac{aN(t)}{EF}. \quad (5)$$

Рішення рівняння (5) знайдемо, використовуючи метод варіації довільної постійної, проінтегрувавши:

$$f(-at) = \int_0^t \frac{aN(\tau)}{EF} d\tau = \frac{a}{EF} \int_0^t N(\tau) d\tau. \quad (6)$$

Використовуючи отриману залежність (6), можна знайти подовжнє переміщення перетинів стержня при ударі.

Розглянемо тепер випадок удару стержня з урахуванням його пружних властивостей (пружний удар) – рис. 1, б. При ударі стержня подовжнє переміщення його перетинів визначається з умови:

$$W = u(x, t) + v_0 t.$$

Або, враховуючи (6):

$$W = \frac{a}{EF} \int_0^{t-\frac{x}{a}} N(\tau) d\tau + v_0 t, \quad (7)$$

де W – подовжнє переміщення перетину стержня при ударі (пружний удар); v_0 – початкова швидкість стержня (швидкість удару).

Після проведення розрахунків та перетворень напруження в перетинах стержня при ударі будуть дорівнювати:

$$\sigma(t) = \frac{N(t)}{F} = \frac{E}{a} v_0 \left(-1 + e^{\frac{ac}{EF}t} \right). \quad (8)$$

Аналізуючи отриману залежність (8), приходимо до висновку, що жорсткість системи голка-клин впливає на величину напружень у стержні голки, зумовлених ударною хвилею. При цьому зниження жорсткості зумовлює зниження величини напружень. Отримані результати дозволяють зробити висновок, що зниження жорсткості системи голка-клин сприятливо впливає на підвищення довговічності голок в'язальних машин.

Список використаних джерел

1. Піпа Б.Ф. Удосконалення робочих органів механізму в'язання круглов'язальних машин. монографія/Б. Ф. Піпа, С. А. Плешко. Київ. КНУТД 2012. - 470с.