УДК 685.31

ДОСЛІДЖЕННЯ МОЛОТКОВИХ МЕХАНІЗМІВ ВЗУТТЄВИХ МАШИН З ПРИВОДОМ ВІД ТОРСІОННОГО ЕЛЕМЕНТУ

Г.В. Кошель, С.А. Поповіченко, Ю.С. Радчук

Київський національний університет технологій та дизайну

Наведено послідовність розрахунку параметрів торсіонного елементу в приводі молоткових механізмів, що використовуються у взуттєвих машинах для забивання скріплюючих матеріалів та обробки ударами виробів, що виготовляються. Застосування молоткових механізмів з приводом від торсіонного елементу дозволяє покращити конструктивні параметри цих механізмів та розширити технологічні можливості взуттєвих машин, в яких вони використовуються

Ключові слова: *взуттєва машина, торсіонний елемент, молотковий механізм*

На даний момент в легкій промисловості використовуються молоткові механізми різних конструкцій, в яких для забезпечення прискореного переміщення молотка при виконанні технологічної операції, використовуються привод молотка від пружин кручення, згину та розтягу, профільованих кулачків, пневматичних та гідравлічних циліндрів [1, 2, 3]. Використання перелічених елементів має певні конструктивні обмеження. Розширити технологічні можливості та покращити конструктивні параметри молоткових механізмів, а отже і взуттєвих машин, в яких вони використовуються, можна за допомогою використання приводу молотків від торсіону. Однак глибокого аналізу розрахунку торсіонних елементів з урахуванням особливостей взуттєвого обладнання під час аналізу доступних літературних джерелах на виявлено. Тому доцільно запропонувати методику розрахунку торсіонного елементу, що може бути використана в подальшому для дослідження молоткових механізмів взуттєвих машин.

Постановка завдання

Метою роботи є дослідження молоткових механізмів взуттєвих машин з приводом від торсіонного елементу для покращення конструктивних параметрів та розширення технологічних можливостей існуючих взуттєвих машин.

Об'єкти та методи дослідження

Об'єктом дослідження є існуючі молоткові механізми взуттєвих машин [1, 2, 3]. При вирішенні задачі, поставленої в даній роботі були використані описані в сучасній літературі відомості про молоткові механізми, що використовуються в технологічному обладнанні взуттєвої галузі, а також методики розрахунків багатошарових композитних

© Київський національний університет технологій та дизайну, 2013

елементів та торсіонних елементів, що використовуються в різних галузях техніки.

Результати досліджень та їх обговорення

Схема навантаження торсіону наведена на рисунку.

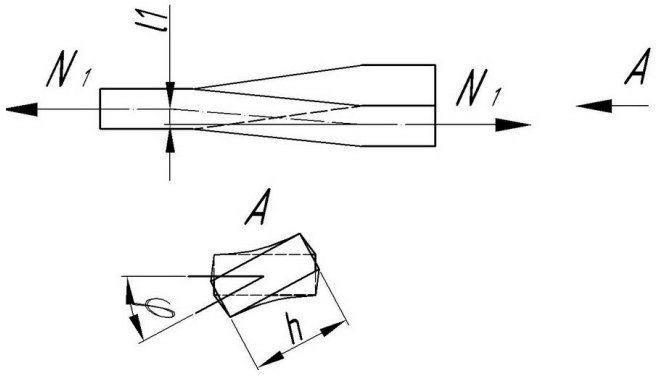

Рис. **Схема навантаження торсіону**

Торсіон навантажується відцентровою силою $N_{ЦБ}$, що створює в пластинах нормальні напруги σ_N. При зміні кута установки торсіон закручується та у пластинах з'являються дотичні напруження τ_{KP}.

Крім того, при закручуванні торсіону його переріз зміщується по довжині торсіону відносно один одного, що викликає навантаження пластин згинальним моментом $M_{ЗГ}$ який створюється відцентровою силою на плечі *l*. Цей момент створює в пластинах додаткові нормальні напруги σ_m, які досягають максимального значення в крайніх пластинах торсіону.

При роботі торсіон закручується на кут:

$$\varphi = \varphi_{ЗК} \pm \Delta\varphi_{ЦК}, \quad (1)$$

де $\varphi_{ЗК}$ – значення кута загального кроку;

$\Delta\varphi_{ЦК}$ – значення амплітуди циклічного кроку.

Максимальне значення нормальної напруги в крайній пластині:

$$\sigma_{max} = \sigma_m + \sigma_a, \quad (2)$$

де σ_m – значення постійної частини нормальної напруги;

σ_a – значення змінної частини нормальної напруги.

Максимальне значення дотичного напруження в пластині:

$$\tau_{max} = \tau_m + \tau_a, \quad (3)$$

де τ_m – значення постійної частини дотичного напруження, що виникає при

© Київський національний університет технологій та дизайну, 2013

закручуванні торсіону на кут $\varphi_{ЗК}$;

τ_a – значення змінної частини дотичного напруження, що виникає при закручуванні торсіону на кут $\Delta\varphi_{ЦК}$.

Умова міцності торсіону наступне:

$$\sigma'_{екв} = \sqrt{\left(\sigma'_{max}\right)^2 + 4\tau^2_{кр.max}} \le \sigma_в, \tag{4}$$

де $\sigma'_{екв}$ – розрахункове значення еквівалентної напруги;

σ'_{max} – розрахункове значення максимальної нормальної напруги;

$\tau_{кр.max}$ – максимальне значення дотичного напруження в крайній пластині.

Порядок розрахунку торсіону наступний:

1. Визначити розрахункові навантаження:

Розрахункове значення відцентрової сили:

$$N'_{цб.розрах} = ff_1 N_{цб.max}, \tag{5}$$

де f =2 – коефіцієнт безпеки;

f_1=1,25…2 – додатковий коефіцієнт безпеки, що вводиться в особливо відповідальних випадках;

$N_{цб.max}$ - значення відцентрової сили.

Розрахункове значення згинального моменту, що виникає при закручуванні пластини:

$$M'_N = \frac{N_{цб.max}}{z} l, \tag{6}$$

де z – число пластин торсіону;

l – плече суми сил:

$$l = \frac{2\pi \frac{h}{2}\varphi}{360} = \frac{\pi h\varphi}{360}, \tag{7}$$

де h – висота торсіону;

φ – кут закручування торсіону.

2. Визначити нормальні напруги в пластині:

$$\sigma'_{max} = \sigma'_m + \sigma'_a, \tag{8}$$

Постійна частина напруги:

© Київський національний університет технологій та дизайну, 2013

$$\sigma'_m = \frac{N_{цв.max}}{z \cdot F} + \frac{N_{N'}^{\varphi_{ЗК}}}{W_{ЗГ}}, \quad (9)$$

де F – площа перетину пластини.

Для суцільної пластини: $F=b\cdot\delta$, (10)

де b, δ – ширина, товщина пластини.

Для пластини з пазом:

$$F=(b-b_1)\cdot\delta, \quad (11)$$

де b_1 – ширина паза.

Розрахункове значення постійної частини згинального моменту, що виникає при закручуванні торсіону на кут $\varphi_{ЗК}$:

$$N_{N'}^{\varphi_{ЗК}} = \frac{N'_{цб}}{z} \cdot \frac{\pi h \varphi_{ЗК}}{360}. \quad (12)$$

Момент опору згину суцільної пластини:

$$W_{ЗГ} = \frac{\delta b^2}{6}. \quad (13)$$

Змінна частина нормальної напруги:

$$\sigma'_a = \frac{M_{N'}^{\varphi_{ЦК}}}{W_{ЗГ}}, \quad (14)$$

де $N_{N'}^{\varphi_{ЦК}} = \frac{N'_{цб}}{z} \cdot \frac{\pi h \varphi_{ЦК}}{360}$ – розрахункове значення змінної частини згинального моменту.

Максимальне значення нормальної напруги в пластині не повинне перевищувати границі витривалості при асиметричному циклі навантаження:

$$\sigma'_{max} = \sigma'_m + \sigma'_a \le [\sigma_{max}]. \quad (15)$$

3. Визначити дотичні напруження в пластині.

Кут закручування пластини:

$$\varphi = \frac{57{,}3 \cdot M_K \cdot L}{G \cdot J_P}, \quad (16)$$

де M_K – момент, який необхідно прикласти до пластини, щоб закрутити її на кут φ,

L – довжина пластини (торсіону);

G – модуль здвигу;

J_P – полярний момент інерції пластини.

З виразу (16) для φ визначимо:

© Київський національний університет технологій та дизайну, 2013

$$M_K = \frac{\varphi \cdot G \cdot J_P}{57{,}3L}, \tag{17}$$

Дотичне напруження в пластині:

$$\tau_{KP} = \frac{M_K}{W_K}, \tag{18}$$

де W_K – момент опору крутінню пластини.

Полярний момент інерції пластини:

$$J_P = \frac{1}{3}\delta^4(n - 0{,}063), \tag{19}$$

де $n = b/8$.

Для n>10 можна прийняти:

$$J_P = \frac{1}{3}\delta^3 b. \tag{20}$$

Момент опору крутінню пластини:

$$W_K = \frac{1}{3}\delta^3(n - 0{,}063). \tag{21}$$

Для n<10 можна прийняти:

$$W_K = \frac{1}{3}\delta^2 b. \tag{22}$$

Для пластини з пазом:

$$J_P = \frac{1}{3}\delta^3(b - b_1). \tag{23}$$

$$W_K = \frac{1}{3}\delta^2(b - b_1). \tag{24}$$

Підставляючи вирази для J_P та W_K у формули (17, 18) отримаємо:

$$\varphi_{KP} = G\frac{\delta}{L}\frac{\varphi}{57{,}3}. \tag{25}$$

Постійна частина дотичного напруження при закручуванні торсіону на кут $\varphi_{ЗК}$:

$$\tau_m = G\frac{\delta}{L}\frac{\varphi_{ЗК}}{57{,}3}. \tag{26}$$

Змінна частина дотичного напруження при закручуванні торсіону на кут $\varphi_{ЦК}$:

$$\tau_a = G\frac{\delta}{L}\frac{\varphi_{ЦК}}{57{,}3}. \tag{27}$$

Максимальне значення дотичного напруження не повинне перевищувати межи витривалості на крутіння при асиметричному циклі навантаження:

$$\tau_{KP} = \tau_m + \tau_a \le [\tau_{KP\,max}]. \tag{28}$$

© Київський національний університет технологій та дизайну, 2013

Визначити еквівалентну напругу $\sigma'_{екв}$ яка повинна задовольняти умові:

$$\sigma'_{екв} \le \sigma_в . \tag{29}$$

Якщо ця умова не витримується, то число пластин торсіону або їхні розміри змінюються таким чином, щоб умова була витримана.

Визначаємо момент, який необхідно прикласти до торсіону, щоб закрутити його на кут φ:

$$M_T = M_{Kt} + M_{KN} \tag{30}$$

де M_{Kt} – момент, що створений силами пружності пластин;

M_{KN} – момент, що створений відцентровою силою при зсуві пластин торсіону.

Визначимо:

$$M_{Kt} = \frac{G \cdot J_P \cdot z}{L} \cdot \frac{\varphi}{57{,}3} . \tag{31}$$

Визначимо:

$$M_{KN} = N_{цб} \cdot l_1 , \tag{32}$$

де l_1 – плече суми сил.

Вважаючи, що сила $\frac{N_{цв}}{2}$ прикладена на відстані *h/4* від повздовжньої осі торсіону, одержуємо:

$$l = \frac{2\pi \frac{h}{4} \varphi}{360} = \frac{\pi h \varphi}{2 \cdot 360} . \tag{33}$$

Таким чином:

$$M_{KN} = N_{цб} \frac{\pi h \varphi}{2 \cdot 360} , \tag{34}$$

$$M_T = \frac{G \cdot J_P \cdot z}{L} \cdot \frac{\varphi}{57{,}3} + N_{цб} \frac{\pi h \varphi}{2 \cdot 360} . \tag{35}$$

З урахування того, що $\varphi = \varphi_{ЗК} \pm \Delta\varphi_{ЦК}$ при необхідності можна виділити постійну й змінну складові моменту M_T.

Висновки

Запропоновано послідовність розрахунку параметрів торсіонного елементу, що може бути використана в подальшому для дослідження та проектування молоткових механізмів взуттєвих машин. Застосування молоткових механізмів з приводом від торсіонного елементу дозволяє покращити конструктивні параметри цих механізмів та розширити технологічні можливості взуттєвих машин, в яких вони використовуються.

© Київський національний університет технологій та дизайну, 2013

ЛІТЕРАТУРА

1. Капустин И.И. Механизмы обувных машин. Теория и расчет / И.И. Капустин – М., Государственное научно-техническое издательство машиностроительной литературы, 1949. – С. 271.
2. Колясин Б.П. Оборудование обувного производства / Б.П. Колясин, В.И. Колосков, В.И. Вавилов – М., Легкая индустрия, 1973. – С. 471 .
3. Мурашковский Я.Л. Затяжно-скобочная машина типа 02087 / Я.Л. Мурашковский. – «Свит», Гизлегпром, 1959. – С. 174.
4. Носов К.С. Осадная техника античности и средневековья / К.С. Носов – Санкт-Петербург, Полигон, 2003. – С. 367.
5. Крайнев А.Ф. Словарь-справочник по механізмам / А.Ф. Крайнев. – М., Машиностроение, 1987. – С. 560
6. Фетисов Л.В. Численное и экспериментальное исследование напряженно-деформированного и предельного состояния многослойных композитных деталей несущих систем вертолетов: автореферат диссертации на соискание ученой степени канд. техн. наук: 05.02.02 / Л.В. Фетисов. – Казань, 2003. – 16 с.

А.В. Кошель, С.А. Поповиченко, Ю.С. Радчук

Исследование молотков механизмов обувных машин с приводом от торсионного элемента

Приведена последовательность расчета параметров торсионного элемента в приводе молотковых механизмов, используемых в обувных машинах для забивки скрепляющих материалов и обработки ударами изготавливаемых изделий. Применение молотковых механизмов с приводом от торсионного элемента позволяет улучшить конструктивные параметры этих механизмов и расширить технологические возможности обувных машин, в которых они используются.

Ключевые слова: *обувная машина, торсионный элемент, молотковый механизм*

A.V. Koshel, S.A. Popovichenko, Y.S. Radchuk

Research hammer hardware shoe machines driven torsion element

The sequence of calculation parameters torsion element in the drive hammer mechanisms used in shoe machines for driving fastening materials and processing blows articles produced. The use of hammer mechanisms driven by torsion element allows to improve structural parameters of these mechanisms and expand the technological capabilities of shoe machinery in which they are used.

Keywords: *shoe machine, torsion element, Hammer mechanism*

© Київський національний університет технологій та дизайну, 2013