

досвід у плануванні, прийнятті рішень і визначенні їх наслідків; надавати особливого значення розвитку критичного мислення і набуття навичок вирішення проблем, що з'являються;

7) використовувати широкий набір методичних прийомів для навчання, засвоєння знань про довкілля і вивчення досвіду з перших рук.

До специфічних принципів екологічної грамотності наукових працівників й освітян належать: єдності пізнання, принцип прогностичності; взаємозв'язку глобального, національного і локального рівнів екологічних проблем; міждисциплінарності. Для реалізації концепції екологічної грамотності в Україні на сучасному етапі потрібно вирішити наступні завдання:

- 1) удосконалення законодавчих основ екологічної грамотності фахівців;
- 2) розробка науково-обґрунтованої державної стратегії розвитку екологічної освіти наукових працівників й освітян і програми її реалізації;
- 3) вжиття організаційних заходів, спрямованих на створення ефективної інфраструктури екологічної освіти у сфері науки і інженерної освіти;
- 4) відпрацювання механізмів взаємодії і координації діяльності всіх складових науки і освіти за принципом постійного вдосконалення;
- 5) еколого-інформаційне забезпечення системи науки і освіти;
- 6) державна і громадська підтримка поширення екологічної інформації.

#### **Література:**

1. Програма дій «Порядок денний на XXI століття» / Переклад з англійської: ВГО «Україна. Порядок денний на XXI століття». - К.: Інтелсфера, 2000. - 360 с.
2. Маслова Н.В. Ноосферное образование. Монография /Н.В.Маслова/-М: Инст. Холодинамики, 2002.
3. Архипова Л.М. Екологічна грамотність працівників туристичної індустрії як важливий чинник забезпечення конкурентоспроможності // «Економіка. Управління. Інновації. Серія: економічні науки. Випуск №1(11), 2014
4. Al Gore. Earth in the Balance, Houghton Mifflin, New York, 1992; p.269.

### **ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРУЖЕНОГО СТАНУ ГНУЧКОГО ТЯГОВОГО ОРГАНУ З КІНЕМАТИЧНИМ ЗВ'ЯЗКОМ**

<sup>1</sup>Бельмас І.В., *д.т.н., професор*, <sup>2</sup>Колосов Д.Л., *д.т.н., доцент*, <sup>1</sup>Білоус О.І., *к.т.н., доцент*, <sup>1</sup>Бобильова І.Т. *асистент*

<sup>1</sup>Дніпровський державний технічний університет,

<sup>2</sup>Національний технічний університет "Дніпровська політехніка"

Машини та механізми – об'єкти механічної інженерії в своєму складі мають передачі. Серед передач є пасові та ланцюгові. Ланцюгова передача забезпечує кінематичний зв'язок при передачі руху від одного валу до іншого зірочками. Її тяговий орган дискретно гнучкий. Його деформації в процесі експлуатації незначні. Пасова передача має неперервний гнучкий тяговий

орган, значні деформації в процесі роботи та не забезпечує кінематичний зв'язок поміж валами через ковзання паса по поверхнях шківів.

Усунути ковзання паса по шківих можливо шляхом застосування виступів на пасах та канавок на шківих (зірочках). При цьому їх радіус має змінюватися у разі зміни подовження паса. Нами розроблена конструкція такої зірочки [1]. Вона дозволяє створити передачу з перевагою ланцюгової – наявність кінематичного зв'язку обертання валів, та не матиме такого недоліку ланцюгової як її складність, відповідно чутливість до механічного зносу елементів передачі. Впровадження запропонованої передачі – актуальна задача. Вона вимагає розробки конструкції та алгоритму розрахунку гнучкого паса.

Для передачі значних зусиль гнучким тяговим органом доцільно зробити його композитним – з еластичного матеріалу, армованого тросами та кільцевим. З метою надання такому матеріалу максимально можливих механічних характеристик металевий корд в ньому має бути укладений з мінімальними відхиленнями від рівномірного розташування. Таким умовам, на нашу думку, відповідає пас кільцевої форми, армований тросом, укладеним за спіраллю.

Прийемо наступну фізичну модель безкінцевого тягового органу. Система гнучких, лінійно пружних, розташованих зі сталим кроком в паралельних площинах кругових не замкнених тросів. Перерізи кілець розташовані в одній радіальній площині. Два кінці кожного не замкненого, не крайнього кільця з'єднані з кінцями двох суміжних кілець. Кожен кінець кільця з'єднано лише з одним суміжним кільцем. Зв'язки кінців кілець забезпечують рівність переміщень та рівність сил, що діють в кільцях. Матеріал еластичної оболонки, розташований поміж не замкненими кільцями, сприймає напруження зсуву. Напруження в ньому лінійно залежать від деформації. Віднесемо модель паса до кутової системи координат. Початок осі розташуємо в перерізі розриву кілець троса паса. Виразимо кутову координату через лінійну.

Будемо вважати, що пас має  $N$  тросів. Площиною, нормальною до паса, розріжемо його в перерізі, протилежному перерізу закінчення (початку) тросу. Суміємо його з площиною. Отримаємо відрізок паса, армованого системою паралельних прямолінійних тросів. Його довжину позначено  $2l$ . Закономірність переміщень тросів прийемо, як запропоновано в роботі [2].

$$u_i = \sum_{m=1}^{M-1} (A_m e^{\beta_m x} + B_m e^{-\beta_m x}) \cos(\mu_m (i - 0.5)), \quad (1)$$

де  $\mu_m = \frac{\pi m}{M}$ ;  $\beta_m = \sqrt{2 G d k_G \left(1 - \cos\left(\frac{\pi m}{M}\right)\right) (h E F)^{-1}}$ ;  $A_m, B_m$  - невідомі вектори сталих;  $i = 1, 2, \dots, M$ ;  $u, p$  – переміщення перерізу та навантаження витка троса вздовж осі  $x$ ;  $k_G$ , – коефіцієнт, що враховує вплив форми матеріалу еластичної оболонки поміж витками на жорсткість еластичної оболонки на зсув;  $d$  – діаметр троса;  $G$  – модуль зсуву матеріалу еластичної оболонки;  $h$  – відстані поміж елементами армування;  $E$  – приведений модуль пружності тросу на розтяг;  $F$  – площа поперечного перерізу тросу;  $P$  - сила розтягу гілки паса.

Сформулюємо умову нерозривності деформацій кінців розрахункового зразка. Вони полягають в тому, що переміщення та внутрішня сила розтягу тросів рівні поміж собою в перерізі початку троса.

$$u_i(x=l) = u_{i+1}(x=-l), \quad (2)$$

$$p_i(x=l) = p_{i+1}(x=-l). \quad (3)$$

Граничні умови визначають прикладення одиничної сили стискання до першого та відсутність переміщень останнього  $M$ -того троса:

$$p_1(x=0) = 1, \quad (4)$$

$$u_M(x=-l) = 0. \quad (5)$$

Переміщення троса (1), закон Гука надають можливість визначити внутрішні сили розтягу троса та усереднені дотичні напруження в еластичній оболонці паса.

$$p_i = \sum_{m=1}^{M-1} (A_m e^{\beta_m x} - B_m e^{-\beta_m x}) \beta_m \cos(\mu_m(i-0.5)), (1 \leq i \leq M), \quad (6)$$

$$\tau_j = \frac{G k_G}{h-d} \sum_{m=1}^{M-1} (A_m e^{\beta_m x} + B_m e^{-\beta_m x}) [\cos(\mu_m(j-0.5)) - \cos(\mu_m(j+0.5))], \quad (7)$$

(1 ≤ j < M).

Вирази для визначення напруженого стану паса дозволяють розв'язати актуальну задачу впровадження пасової передачі з кінематичним зв'язком.

#### Література:

1. Бельмас І.В. Пат. 117954 Україна, МПК F16H 55/17 (2006.01. Зірочка / І.В. Бельмас, О.І. Білоус, Г.І. Танцура, І.Т. Бобильова; Заявник і патентовласник: Дніпровський державний технічний університет, Кам'янське; заявл. 26.09.2016; опубл. 25.10.2018; Бюл. № 20. – 18 с. :іл.

2. Танцура Г.І. Гнучкі тягові органи. Стикові з'єднання конвеєрних стрічок: монографія / Г.І. Танцура. – Д. : Вид-во Дніпродзержинського державного технічного університету, 2010 -127 с.

### УДОСКОНАЛЕННЯ ПРИСТРОЮ ДЛЯ ЗМІЦНЕННЯ РОБОЧИХ ПОВЕРХОНЬ ДЕТАЛЕЙ МЕТОДОМ ФРИКЦІЙНОГО ПЛАКУВАННЯ

**Бурда М.Й., доцент, Гладкий С.І., к.т.н., доцент, Деменський С.С., магістрант**

*Івано-Франківський національний університет нафти і газу*

Одним із ефективних шляхів підвищення службових властивостей робочих поверхонь деталей машин є нанесення захисних покриттів, які володіють низкою сприятливих трибологічних властивостей: високою зносостійкістю, антифрикційністю, змочуваністю мастильним матеріалом тощо. Великий вплив