

SYMPOZJON "MODELOWANIE W MECHANICE"

POLSKIE TOWARZYSTWO MECHANIKI TEORETYCZNEJ I STOSOWANEJ

Beskid Śląski, 1990

Grażyna Garncarz, Sylwester Markusik
Instytut Transportu
Politechnika Śląska

WPŁYW CZASU EKSPLOATACJI I TEMPERATURY OTOCZENIA
NA WŁASNOŚCI REOLOGICZNE TAŚM PRZENOŚNIKOWYCH

Streszczenie. W niniejszym artykule przedstawiono model matematyczny taśmy przENOŚnikowej uwzględniający czas pracy taśmy i temperaturę otoczenia. Przedstawiono również niektóre wyniki przeprowadzonych dotychczas badań.

1. Wstęp

Programy obliczeń komputerowych dynamiki przENOŚników taśmowych oparte są najczęściej na modelu dwuparametrowym taśmy Kelvina-Voigta. Używany jest również model trójparametrowy, który uwzględnia w zasadzie lepkość sprężystość wiasności taśmy, zwłaszcza sprężystość natychmiastową występującą przy udarowym obciążeniu taśmy.

Model ten nie znalazł jednak praktycznego zastosowania ze względu na trudności z identyfikacją parametrów (L.1).

Dotychczasowe badania modeli reologicznych taśm przENOŚnikowych, wykonywane metodą krzywych pełzania, prowadzone były na taśmach nowych w temperaturze otoczenia.

Stworzenie wiarygodnego modelu reologicznego taśmy przENOŚnikowej wymaga uwzględnienia w czasie jego tworzenia rzeczywistych warunków pracy przENOŚnika, czyli czasu eksploatacji i temperatury otoczenia.

W niniejszym artykule ograniczono się do omówienia dwuparametrowego modelu reologicznego taśmy, ponieważ jest on obecnie najczęściej stosowany w symulacji komputerowej dynamiki przenośników taśmowych.

2. Wpływ temperatury otoczenia i czasu eksploatacji

Krzywe pełzania określają zależność odkształcenia ε od czasu t , którą uzyskuje się badając ciało przy różnych naprężeniach δ , ale w stałej temperaturze T .

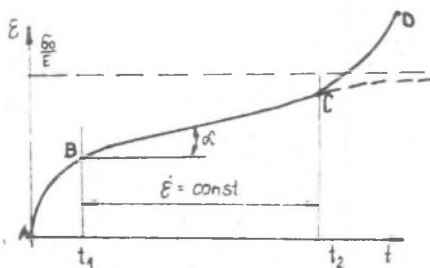
$$\varepsilon = f(\delta, T, t), \quad (1)$$

Przyjmuje się, że taśma przenośnikowa zachowuje się jak ciało lepkosprężyste - odpowiada to dwuparametrowemu modelowi Kelvina-Voigta (L.1).

Dla modelu dwuparametrowego taśmy funkcja pełzania ma postać (przy $t = 0$ o $\delta = \delta_0$

$$\varepsilon = \varepsilon_0 \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right). \quad (2)$$

Przebieg krzywej pełzania dzieli się na 3 charakterystyczne etapy (rys.1). W pierwszym etapie (odc. AB) prędkość pełzania maleje, w drugim etapie - stała, a w trzecim powiększa się aż do zniszczenia próbki (odc. CD).



Rys.1. Krzywa pełzania dla ciała lepkosprężystego

Przebiegi pełzania w I i II etapie ujęto ogólną zależnością:

$$\varepsilon_p(t) = \alpha(t) \phi(\delta, T). \quad (3)$$

Prędkość peizania określa się jako:

$$\varepsilon_p = \varepsilon(t) = \operatorname{tg} \alpha(t), \quad (4)$$

Jeżeli przyjąć (L.3, 4), że przy założonej funkcji (3) krzywe peizania są do siebie geometrycznie podobne dla różnych naprężeń δ , to funkcję peizania można przedstawić zależnością Nortona-Bailey'a.

Dla stałej prędkości peizania:

$$\varepsilon_p(t) = \Omega(t) \delta^n, \quad (5)$$

Dla stałej spędkości peizania:

$$\dot{\varepsilon}_{p \min} = B_0 \delta^n, \quad (6)$$

Fizyczny opis wielkości $B_0 = f(t)$ może być ujęty jako (L.3):

$$B_0 = B_t \exp\left(-\frac{\Delta H}{RT}\right), \quad (7)$$

gdzie: B - stała materiałowa, R - stała gazowa, $R = 8,3143 \text{ J/mol}^\circ\text{K}$, ΔH - energia aktywizacji peizania.

Jeżeli naprężenia w taśmie obciążonej siłą osiowo-symetryczną wyniosą:

$$\delta = \frac{S_t}{B_t \cdot a \cdot i} \quad \text{oraz} \quad \varepsilon(t) = \frac{\Delta x(t)}{L_n}, \quad (8)$$

gdzie: S_t - siła w taśmie nabiegającej na bęben napędowy, B_t - szerokość taśmy, a - grubość przekładni, i - liczba przekładek,

to funkcja wartości średniej odkształcenia (L.1) ma postać:

$$\Delta x(t) = \frac{\delta}{E_t} e^{-\frac{E}{\eta}} = \frac{S_t}{E_t} e^{-\frac{E}{\eta}} \frac{1}{L_n}, \quad (9)$$

Dla założonego modelu dwuparametrowego taśmy:

$$\varepsilon(t) = \frac{\delta}{E} e^{-\frac{E}{\eta}} = \Omega(t) \delta^n, \quad (10)$$

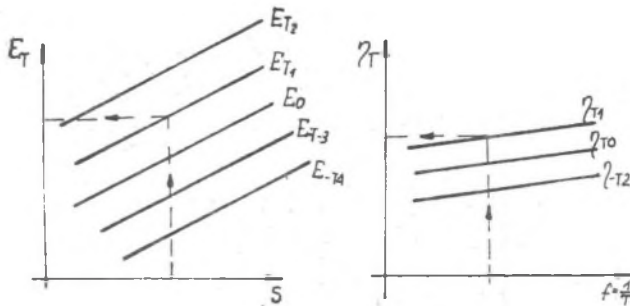
Dla dowolnej temperatury pracy taśmy funkcja pełzania będzie mieć postać (rys. 2):

$$\epsilon_T(t) = \frac{\delta}{E_T} e^{-\frac{E_T}{\eta_T} t} = \Omega(t) \delta^n \quad (11)$$

Prędkość pełzania na odcinkach prostych krzywej pełzania wyniesie:

$$\dot{\epsilon}_{p \min} = B_0 \delta^n = -\frac{\delta}{E_T} e^{-\frac{E_T}{\eta_T} t} \quad (12)$$

Z równania (12) można wyznaczyć parametry "n" i "B₀" dla odpowiedniej temperatury oraz znanego $\dot{\epsilon}_{p \min}$, wyznaczając pożądaną funkcję pełzania.



Rys. 2. Zmiany sprężystości i lepkości taśmy w zależności od temperatury otoczenia

Taśma przenośnikowa może ulec tylko zniszczeniu ciągliwemu. Za moment zniszczenia przyjmuje się czas t_r , w którym rzeczywiste naprężenia δ i ϵ oraz z warunku stałej objętości, dla jednoosiowego stanu napięcia, przy stałym naprężeniu nominalnym można sformułować warunki:

$$\delta = \frac{S}{A_n}; \quad \epsilon = \ln \frac{l_n}{L}; \quad \delta_n = \frac{S}{A} = \delta_l; \quad A_n L_n = AL \quad (13)$$

gdzie: S - siła w taśmie, A_n - pole pow. przekroju poprzecznego taśmy po przeprowadzeniu próby, A - pole pow. przekroju poprzecznego taśmy przed wykonaniem próby, L_n - pierwotna długość taśmy, L - długość próbki po wykonaniu próby.

W przypadku taśmy przenośnikowej odkształcenie sprężyste ma także wpływ na czas jej zniszczenia. Zasadne jest więc posłużenie się prawem Hooke'a-Nortona dla różnych odkształceń jako podstawy do obliczeń (L.4):

$$\frac{1}{\delta} \frac{d\delta}{dt} = \frac{d\delta}{dt} \frac{1}{E} + B\delta^n, \quad (14)$$

Po scałkowaniu i wykorzystaniu warunków $t = 0$ to $\delta(0) = \delta_1$ i $t = t_r$ to $\delta(t_r) = R_z$ otrzyma się:

$$t_r = \frac{1}{EB(n-1)} \left(\frac{1}{R_z^{n-1}} - \frac{1}{\delta_1^{n-1}} \right) - \frac{1}{B} \left(\frac{1}{R_z^n} - \frac{1}{\delta_1^n} \right), \quad (15)$$

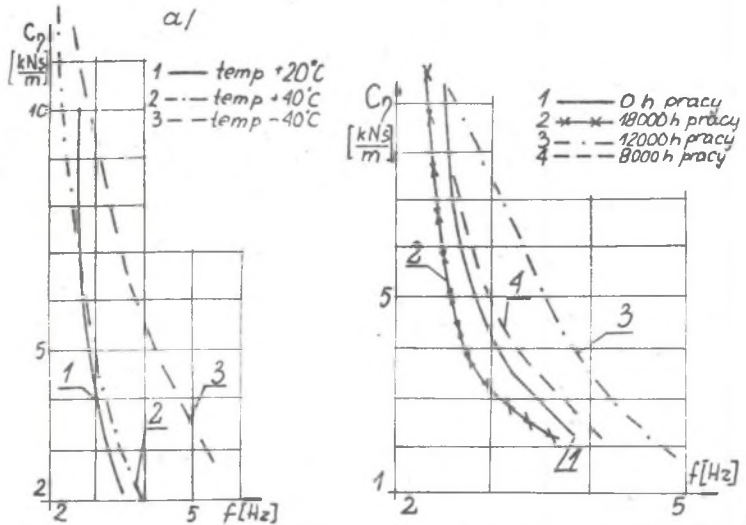
Przy $R_z = E \frac{dR_z}{dt} \rightarrow \omega$, a zatem

$$t_r = \frac{1}{nB \delta_1^n} \left[1 - \frac{n}{n-1} \frac{\delta_1}{E} + \frac{1}{n-1} \left(\frac{\delta_1}{E} \right)^n \right], \quad (16)$$

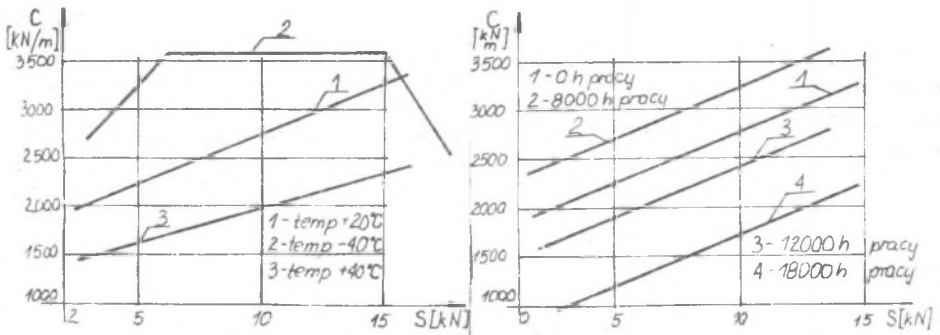
Z badań taśm obecnie prowadzonych uzyskuje się dla dowolnych temperatur T zależności $E_T = f(S)$ i $\eta_T = \phi(t)$ (rys. 2), natomiast z zależności (12) wyznacza się współczynniki B i n , które pozwalają określić trwałość taśmy do czasu zniszczenia.

3. Wyniki pomiarów

W oparciu o metodę badań przedstawioną w L.[3] na stanowisku pomiarowym, którego schemat przedstawiono w literaturze (L.3), uzyskano wyniki przedstawione na rys. 3 i 4. Badaniom poddano taśmy T4P-1400 o następujących czasach eksploatacji: 8000 h, 12000 h, 18000 h.



Rys. 3. Współczynnik tłumienia C_η w funkcji częstotliwości f
 a) w zależności od temperatury,
 b) w zależności od godzin pracy



Rys. 4. Sztywność C jako funkcja poziomu obciążenia S
 a) w zależności od temperatury
 b) w zależności od czasu eksploatacji

LITERATURA

- [1] Markusik S.: Dynamika rozruchu przenośników taśmowych z napędem jedno lub dwubębnowym czołowym. Zeszyty Naukowe Pol. Śl. 5, Górnictwo nr 114/1982.

- [2] Praca nauk.-badawcza Instytutu Transportu Pol.Sl. Automatyzacja ruchu niestabilnego przenośników taśmowych. Badania nad modelami reologicznymi taśm przenośnikowych. Katowice 1987.
- [3] Praca zbiorowa. PKM t.1, PWN Warszawa 1986.
- [4] Skrzypek J.: Plastyczność i peizanie. PWN Warszawa 1986.

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ СРЕДЫ А ТАКЖЕ ВРЕМЕНИ ЭКСПЛУАТАЦИИ
НА РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КОНВЕИЕРНЫХ ЛЕНТ

Резюме

В поданной статье представлена математическая модель конвейера учитывающая время работы конвейера и окружающую температуру. Представлены также некоторые результаты до сих пор проводимых исследований.

INFLUANCE OF SURRODINGS TEMPERATURE AND EKSPLOATATION
PERIOD FOR BELTS RHEOLOGY PROPERTIES

Summary

In this article has showed two-parameters model of the conveyor belt (Kelvin-Voight). On the figures has showed results from measure and calculating from this model.