

ANALIZA WPLYWU ŚREDNICY KÓŁ I PRZEKROJU PASA NA WARTOŚĆ WSKAŹNIKÓW PRZEKŁADNI Z PASAMI KLINOWYMI

Stanisław KRAWIEC*

*Wydział Mechaniczny, Politechnika Wroclawska, ul. Łukasiewicza 7/9, 50-371 Wrocław

stanislaw.krawiec@pwr.wroc.pl

Streszczenie: Przedstawiono wyniki analizy wpływu cech geometrycznych kół pasowych na wartość czterech wskaźników przekładni pasowych z pasami klinowymi. Analizie poddano trzy przekroje pasków oznaczone literami A, B i C oraz średnicę koła czynnego która przyjmowała znormalizowane wartości w zakresie od 112 do 180 mm. Obliczenia konstrukcyjne analizowanej przekładni przeprowadzono wykorzystując autorski program komputerowy opisany w Krawiec (1991). Przedstawiono graficznie wyniki analizy oraz podano wnioski.

1. WPROWADZENIE

Tradycyjny napęd pasowy z pasem płaskim zaczął tracić stopniowo swe znaczenie z chwilą, gdy w przemyśle coraz częściej usuwano napędy zbiorowe i grupowe, a zastępowano je napędami indywidualnymi z użyciem silników elektrycznych. Liczne zalety napędu z wynalezionym w tych czasach pasem gumowym klinowym sprawiły, że zaczął

on z powodzeniem konkurować z napędami innego rodzaju. Z zasady napęd z pasem klinowym jest budowany w układach wielokrotnych, tj. na wspólnych kołach pasowych pracuje jednocześnie kilka pasów klinowych. Pozostaje to w związku z kształtem przekroju poprzecznego pasa i z wielkością pola tego przekroju. Jak wiadomo, wielkość przekroju poprzecznego pasa, który ma kształt klina musi być ograniczona z uwagi na wartość dopuszczalnego naprężenia zginającego. Naprężenie to ma zapewnić pasowi łatwe przechodzenie przez koła pasowe o niewielkich średnicach, a liczbowo jest ono odwrotnie proporcjonalne do średnicy koła pasowego.

Jednymi z bardziej interesujących wielkości, które pozwalają ocenić każdą przekładnię mechaniczną, w tym również pasową są: suma kosztów wykonania i eksploatacji, ciężar przekładni oraz kształt i wymiary zajmowanej przez nią przestrzeni. Kształt i wymiary przekładni zależne są od średnic kół, rozstawu ich osi i wielkości przekroju pasa. Na ciężar całkowity przekładni składa się ciężar poszczególnych jej elementów, tj. kół, pasa, osłony itp.

Jakkolwiek dokładne obliczenie wszystkich tych wielkości jest na ogół niemożliwe z powodu braku odpowiednich danych, złożoności zagadnień gospodarczych i różnorodności wymagań konstrukcyjnych, to pewną orientację odnośnie tych wielkości można uzyskać na podstawie odpowiednio dobranych wskaźników. Według Dietrych i innych (1971) są to cztery następujące wskaźniki: obciążalność przekroju pasa, koszt pasów, koszt kół i objętość

przekładni.

Metodycznie najprostszym sposobem zrobienia konstrukcji zbliżonej do „idealnej” jest działanie polegające na wielokrotnym obliczaniu wpływu zmian parametrów swobodnych na wielkości weryfikujące konstrukcję i wybór wartości najwłaściwszych w świetle przyjętych kryteriów. W artykule przedstawiono wyniki analizy wpływu średnicy kół pasowych i przekroju pasa klinowego na wartość wymienionych czterech wskaźników przekładni z pasami klinowymi. Analizę tę przeprowadzono wykorzystując autorski program komputerowy wspomagający projektowanie przekładni z pasami klinowymi, opisany w Krawiec (1991).

2. WSKAŹNIKI PRZEKŁADNI Z PASAMI KLINOWYMI

Dopuszczalne użyteczne obciążenie jednostkowe przekroju pasa w danych warunkach pracy określa wskaźnik obciążalności przekroju pasa. Wartość tego wskaźnika oblicza się z zależności:

$$W_{op} = \frac{F}{A_p} = k_0 C_k C_0, \quad (1)$$

gdzie: F – dopuszczalna siła obwodowa, A_p – przekrój pasa, k_0 – dopuszczalne użyteczne obciążenie jednostkowe przekroju pasa w warunkach wzorcowych, $C_k = CaC/L$ – współczynnik konstrukcyjny, Ca – współczynnik kąta opasania, Cv/L – współczynnik wykorzystania pasa, $C_0 = C_1 C_2 C_3 C_4 C_5$ – współczynnik zewnętrznych warunków pracy przekładni, C_1 – współczynnik statyczności obciążenia, C_2 – współczynnik środowiska pracy, C_3 – współczynnik regulacji napięcia pasa, C_4 – współczynnik średnicy małego koła, C_5 – współczynnik liczby pasów klinowych.

Następny wskaźnik, tj. wskaźnik kosztu pasów wyrażo-

ny jest wzorem:

$$W_{kp} = \frac{M_b}{K_p} = \frac{1}{2\pi} \frac{k_0}{c} \frac{D_{min}}{D_1} C_{Lp} C_0, \quad (2)$$

M_b – moment na kole biernym, $K_p = V_p \cdot c$ – koszt pasów w zł, V_p – objętość pasa w dm^3 , C – cena 1 dm^3 pasa w zł/ dm^3 , k_0/c – współczynnik przekroju pasa wskaźnika kosztu pasów, D_{min} – najmniejsza średnica koła zalecana dla danego przekroju pasa, D_1 – średnica koła małego, C_{Lp} – współczynnik długości pasów wskaźnika ich kosztu.

Przy ustalaniu zależności na wskaźnik kosztu kół zakłada się, że koszt kół jest proporcjonalny do iloczynu $j \cdot t \cdot D$, tj. liczby pasów w przekładni (j), podziałki rozstawu osi pasów (t) i średnicy koła pasowego czynnego (D). Wskaźnik ten określony jest wzorem:

$$W_{kk} = \frac{M_b}{K_k} = const \left(k_0 \frac{A}{t}\right) C_k C_0, \quad (3)$$

Wartość wskaźnika objętości przekładni można obliczyć z wzoru:

$$W_v = \frac{M_b}{V} = \frac{2}{\pi} C_{AV} \left(\frac{D_{min}}{D_1}\right) \frac{1}{i} C_{LV} C_0, \quad (4)$$

gdzie: V – objętość obrysu przekładni, C_{AV} – współczynnik przekroju pasów klinowych wskaźnika objętości, C_{LV} – współczynnik długości pasów klinowych wskaźnika objętości.

3. METODA I WYNIKI BADAŃ

Przedmiotową analizę wpływu średnicy kół i przekroju pasa na wartość wymienionych czterech wskaźników przekładni pasowej klinowej przeprowadzono na przykładzie zadania konstrukcyjnego obejmującego dobranie cech konstrukcyjnych przekładni ciernej klinowej, napędzającej przenośnik łańcuchowy. Przekładnia ma przełożenie 2,5 i jest napędzana silnikiem o mocy $P=8kW$ i prędkości $n=1410$ obr/min. Ponadto stawia się wymóg, aby projektowany napęd spełniał dwa następujące warunki:

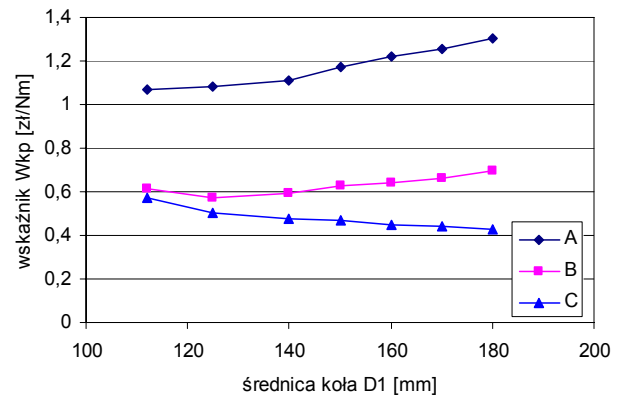
- projektowana przekładnia ma zapewnić przeniesienie mocy nominalnej z nadwyżką nie przekraczającą 20%, tj. aby stosunek mocy przenoszanej przez zespół pasów P_z (obliczeniowej) do mocy zadanej P zawierał się w przedziale 1 do 1,2;
- objętość i koszty wykonania przekładni powinny być minimalne.

Rozwiązując zadanie przyjęto jako wielkości stałe: długość pasa $L=1900mm$, napinanie pasa – zewnętrzna rolka napinająca, liczba godzin pracy na dobę – 16h. Wielkościami zmiennymi w analizie były: średnica kół pasowych (wartości znormalizowane) oraz przekrój pasa. Optymalnego wariantu rozwiązania poszukiwano w zakresie średnic koła czynnego $D_1=112$ do 180mm oraz trzech przekrojów pasa oznaczonych literami A , B i C . Uwzględnienie w analizie innych przekrojów było niemożliwe z powodu braku w normie PN/M- 85203 wartości współczynnika k_L uwzględniającego liczbę okresów zmian obciążenia pasa

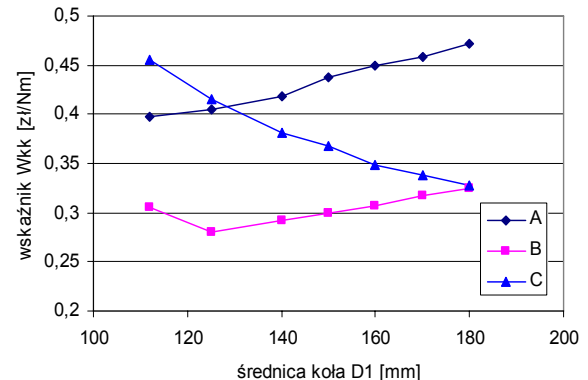
w jednostce czasu. Wyniki analizy przedstawiono w tablicy 1 oraz na rysunkach 1,2,3,4. W tablicy 1 zestawiono liczby pasów typu A , B , C , konieczne do przeniesienia wymaganej mocy w zależności od średnicy koła napędzającego. Natomiast na kolejnych rysunkach pokazano graficznie wpływ średnicy tego koła na wartość wskaźników: kosztu pasów, kosztu kół, obciążenia przekroju pasa oraz objętości przekładni.

Tab. 1. Liczba pasów konieczna do przeniesienia wymaganej mocy w zależności od średnicy koła D_1

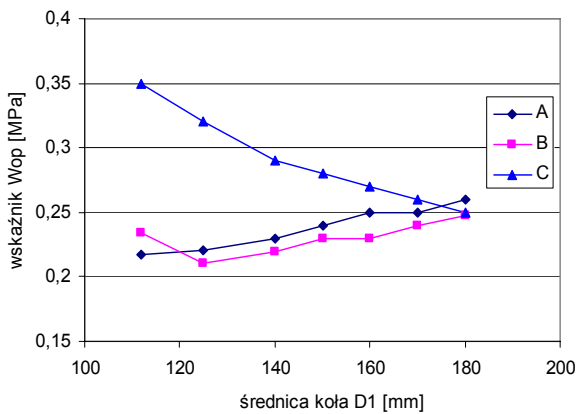
D_1	112			125			140		
D_2	280			315			355		
A_p	A	B	C	A	B	C	A	B	C
j	6	5	15	6	4	7	5	4	4
P_z/P	1,06	1,00	1,02	1,14	1,00	1,08	1,02	1,22	0,99
D_1	150			160			170		
D_2	375			400			420		
A_p	A	B	C	A	B	C	A	B	C
j	5	3	4	5	3	3	5	3	3
P_z/P	1,07	1,02	1,24	1,11	1,10	1,11	1,1	1,1	1,2
D_1	180								
D_2	450								
A_p	A	B	C						
j	5	3	3						
P_z/P	1,1	1,1	1,4						



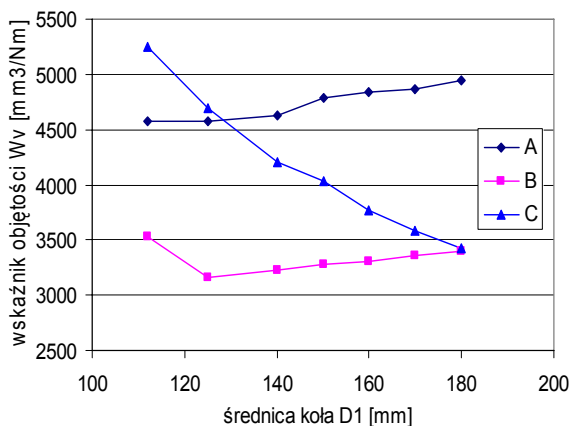
Rys. 1. Zależność wskaźnika kosztu pasów W_{kp} od średnicy koła czynnego D_1 dla pasów typu A , B , C



Rys. 2. Zależność wskaźnika kosztu kół W_{kk} od średnicy koła czynnego D_1 dla pasów typu A , B , C



Rys. 3. Zależność wskaźnika obciążalności przekroju pasa W_{op} od średnicy koła czynnego D_1 dla pasów typu A, B, C



Rys. 4. Zależność wskaźnika objętości przekładni W_v od średnicy koła czynnego D_1 dla pasów typu A, B, C

Analizując otrzymane krzywe widać, że różnią się one wyraźnie charakterem zmian. Dla pasów typu A są one funkcją monotonicznie rosnącą, dla pasów C – monotonicznie malejącą, a dla przekroju B funkcją posiadającą ekstremum, które występuje przy średnicy koła aktywnego $D_1=125$ mm. Oceniając stopień wzrostu lub spadku wartości liczonych wskaźników to jest on co najmniej o ok. 10% większy dla pasów typu C od występującego przy pozostałych przekrojach. Przykładowo, zmiana średnicy koła czynnego z wartości 112mm do 180mm wywołuje zmianę wskaźnika kosztu kół W_{kk} o 28% dla pasów o przekroju C, a dla przekrojów A i B odpowiednio o 18% i 15%.

4. WNIOSKI

1. Zmiana średnicy koła pasowego czynnego ma istotny wpływ na wartość wskaźników projektowanej przekładni pasowej. W analizowanym zadaniu konstrukcyjnym zwiększenie średnicy D_1 z 112 do 180mm spowodowało zmianę wartości rozpatrywanych wskaźników w przedziale od 10 do 35%.
2. Analiza wpływu średnicy koła czynnego na wartość wskaźników przekładni pasowej umożliwia optymalnie dobrać jej cechy konstrukcyjne. Do przedmiotowego przenośnika łańcuchowego napędem optymalnym w świetle przyjętych kryteriów, tj. żądanej wartości stosunku mocy obliczonej do zadanej oraz minimalnej objętości i kosztów wykonania jest przekładnia o średnicy koła czynnego $D_1=125$ mm i czterech paskach typu B.

LITERATURA

1. **Dietrych J., Korewa W., Kornberger Z., Zygmunt K.** (1971), *Podstawy Konstrukcji Maszyn*, cz. III, WNT, Warszawa.
2. **Krawiec S.** (1991), *Obliczenia konstrukcyjne przekładni pasowych i zębatych wspomagane mikrokomputerem*, Skrypt PWr, Wrocław.
3. **Pronin B. A.** (1960), *Klinoremennye frikcionnye peredači i variatory*, Mašgiz, Moskwa.

ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF PULLEY DIAMETER AND BELT SECTION ON THE VALUES OF INDEXES CHARACTERIZING V-BELT TRANSMISSIONS

Abstract: In the paper the results of analysis of the influence of geometrical features of belt pulley on the value of four indexes characterizing v-belt transmissions were presented. Three different v-belts denoted as A, B and C and the driving wheel diameter with standardized values within the range 112 – 180 mm were analyzed. Structural calculations of the v-belt transmissions were carried out using computer program described in Krawiec (1991). Graphical results of the analysis and conclusions were presented.