

Tematy projektu dla studentów AGH, WIMiR
Ćwiczenia projektowe: Podstawy Konstrukcji Maszyn II
Kierunek studiów: MiBM

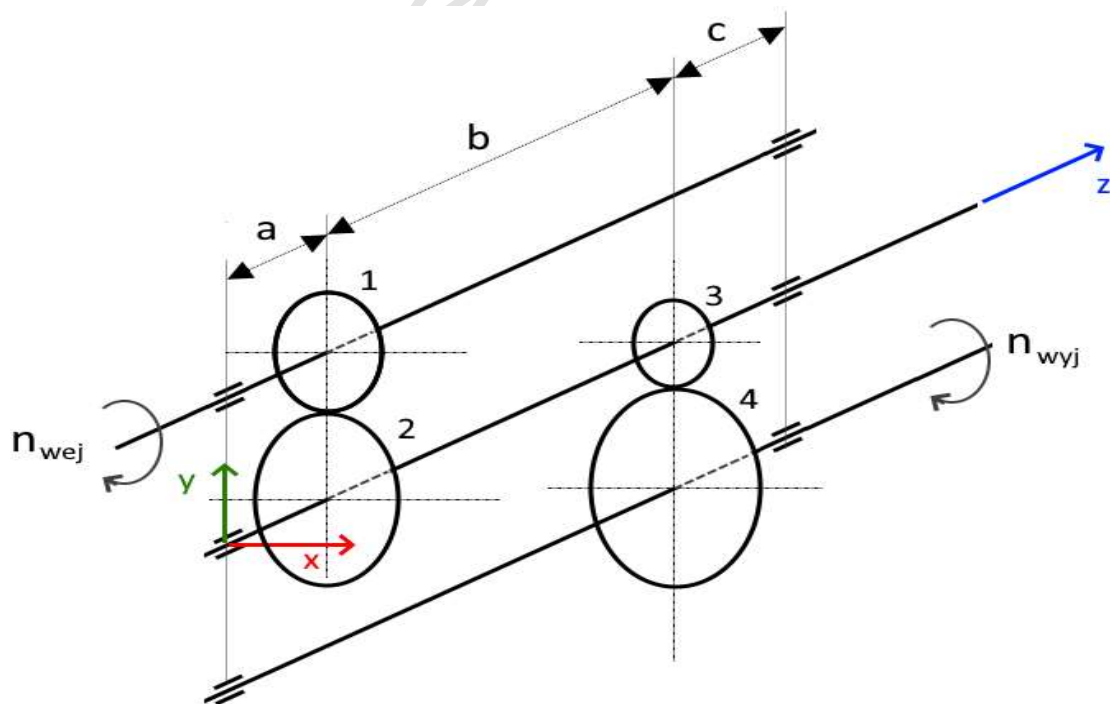
Projekt I

TEMAT:

PROJEKT WAŁU MASZYNOWEGO Z ŁOŻYSKOWANIEM

Zaprojektować dwa wały dwustopniowej walcowej przekładni zębatej, której schemat przedstawiono poniżej na rys.1. Parametry przekładni podano w Tabeli 1. Wymagana trwałość przekładni to 20 000 godzin. Kąt przyporu na obydwu stopniach przyjąć $\alpha_I = \alpha_{II} = 20^\circ$.

Dla zadanych w tabeli parametrów wyznaczyć składowe siły międzyzębnych pomiędzy kołami 1 i 2 oraz pomiędzy kołami 3 i 4. Przyjąć przy tym, że sprawność na każdym stopniu $\eta=1$. Kąt pochylenia zębów kół 1 i 2 wynosi β_I a natomiast dla kół 3 i 4 przyjęto $\beta_{II} = 0$. Moduł normalny przyjąć taki sam dla obydwu par kół.



Rys.1 Schemat przekładni

Tabela 1.

Lp.	N [kW]	n_1 [obr/min]	m [mm]	z_1 [-]	z_2 [-]	z_3 [-]	z_4 [-]	β_1 [°]	a [mm]	b [mm]	c [mm]	wał
1	1	2800	2,5	14	36	14	27	7	45	50	40	II i III
2	2	1400	3,5	15	36	19	43	9	55	70	50	I i II
3	4	900	4	14	36	17	44	9	75	100	60	II i III
4	8	2800	5	18	40	14	29	11	100	110	100	I i II
5	10	900	6	15	36	20	42	11	100	120	110	I i II
6	12	1400	6	13	40	20	38	11	105	125	105	I i II
7	12	900	8	14	36	19	43	12	110	130	110	II i III
8	13	2800	8	13	36	17	42	12	120	140	120	II i III
9	15	900	10	18	40	14	27	12	140	160	140	II i III
10	15	2800	8	13	36	16	43	14	120	165	130	I i II
11	18	2800	10	16	38	17	35	15	130	175	120	II i III
12	18	1400	10	14	36	14	29	15	140	180	140	I i II
13	20	1400	10	12	38	15	31	15	120	180	130	II i III
14	20	2800	10	16	40	20	42	15	140	180	140	I i II
15	22	900	12	13	35	15	33	14	150	150	150	I i II

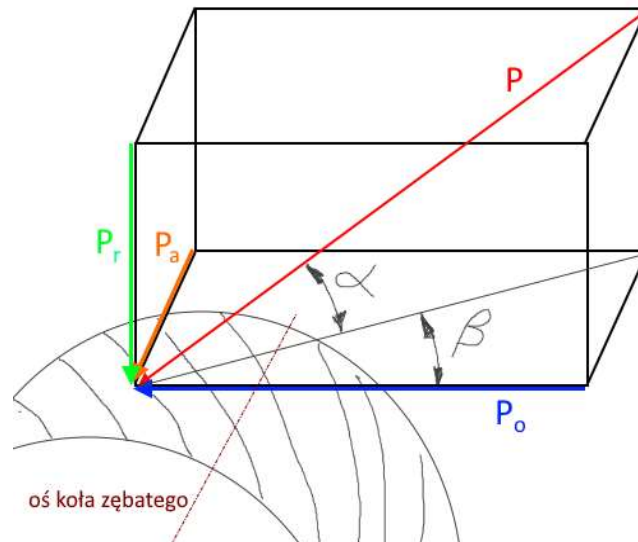
Na podstawie zadanego tematu projektu należy:

1. **Naszkicować schemat wału** wraz z kołami zębatymi. Zaznaczyć działające na wał siły międzyzębne oraz reakcje w podporach łożyskowych. Podać wymiary charakterystyczne wału. Schematy narysować w rzucie na płaszczyzny YZ oraz XZ.
2. **Obliczyć siły reakcji w łożyskach.** Podpory oznaczyć jako A i B a reakcje w nich występujące odpowiednio R_{Ax} , R_{Ay} , R_{Az} oraz R_{Bx} , R_{By} , R_{Bz} . Należy założyć, że siła osiowa P_{a12} ma zwrot zgodny ze zwrotem osi z. Przy tym założeniu należy ustalić które z łożysk ma przenosić tę siłę.
3. Zgodnie z zasadami wytrzymałości materiałów **wyznaczyć teoretyczny zarys wału**. Należy przy tym wyznaczyć momenty gnące w funkcji współrzędnej z, momenty skręcające w funkcji współrzędnej z, dokonać ich redukcji i obliczyć wymagane średnice wału w ustalonych miejscach.
4. Wykorzystując otrzymany zarys teoretyczny należy **ukształtować wał**, uwzględniając miejsca osadzenia kół zębatych, łożysk oraz dodatkowych niezbędnych elementów (uszczelnienia, nakrętki i podkładki łożyskowe, tuleje dystansowe, wpusty i in.).
5. Dla wybranego przekroju należy **obliczyć rzeczywisty współczynnik bezpieczeństwa** (wytrzymałość zmęczeniowa).
6. **Wykonać rysunek złożeniowy i rysunek wykonawczy.** Na rysunku złożeniowym ukazać wał wraz z łożyskowaniem, fragmentami korpusu przekładni i piastami kół zębatych. Rysunek złożeniowy i wykonawczy wału wykonać dowolną techniką. **Na rysunku wykonawczym wrysować cienką linią teoretyczny zarys wału.** Dobrać materiał i obróbkę cieplną.
7. **Sprawdzić czy kąty ugięcia osi wału w łożyskach są odpowiednie** dla dobranych łożysk i czy strzałka ugięcia wału w miejscu osadzenia koła zębatego nie przekracza 0,01 wartości modułu dla tego koła. Obliczenia sztywnościowe przeprowadzić korzystając z równań różniczkowych linii ugięcia osi wału lub z metody momentów wtórnych. Obliczenia te przeprowadzić dla uproszczonego modelu wału. Stopień uproszczenia geometrii wału należy ustalić z prowadzącym.

Załącznik:

Zależności przydatne do wyznaczenia wartości sił międzyzębnych:

- a) średnica podziałowa i-tego koła zębatego $d_i = z_i \frac{m}{\cos(\beta_j)}$;
gdzie: $i = 1, 2, 3, 4$; $j = I, II$; z_i – liczba zębów i-tego koła; m – to moduł normalny.
- b) Dla każdej pary współpracujących kół, siłę międzyzębną P można rozłożyć na trzy składowe (zgodne z oznaczeniami na rys.2): siłę obwodową P_o , siłę promieniową P_r i siłę osiową P_a . Na przykład:
- Siła obwodowa z jaką koło 1 działa na koło 2: $P_{o12} = \frac{2M_{wej}}{d_1}$;
gdzie M_{wej} – moment obrotowy na wale wejściowym.
 - Siła promieniowa z jaką koło 1 działa na koło 2 wyniesie: $P_{r1} = P_{o12} \frac{\tan(\alpha_1)}{\cos(\beta_1)}$.
 - Siła osiowa z jaką koło 1 działa na koło 2: $P_{a12} = P_{o12} \tan(\beta_1)$



Rys.2. Rozkład sił działających na koło zębate od koła współpracującego