

WYKŁAD Z PODSTAW KONSTRUKCJI MASZYN Z ĆWICZENIAMI RACHUNKOWYMI

RYSZARD MACIAKOWSKI
WOJCIECH MAJEWSKI

POŁĄCZENIA WAŁU Z PIASTĄ

GDAŃSK 2002

SPIS TREŚCI

Od Autora	5
Zestawienie ważniejszych oznaczeń	5
WSTĘP	7
1. POŁĄCZENIA KSZTAŁTOWE	9
1.1. Połączenia wpustowe	9
1.2. Połączenia wielowypustowe	14
1.3. Połączenia wieloboczne	19
2. POŁĄCZENIA KSZTAŁTOWE CIERNE	24
3. POŁĄCZENIA CIERNE CZOPOWE	30
3.1. Charakterystyka połączeń	30
3.2. Cylindryczne czopowe połączenia cierne	30
3.2.1. Odkształcenia, naprężenia i wytrzymałość cylindrycznego złącza ciernego	32
3.2.2. Obliczenia cylindrycznych czopowych połączeń ciernych – tok obliczeń	36
3.3. Stożkowe czopowe połączenia cierne	40
3.4. Wskazówki konstrukcyjne	44
4. ZAGADNIENIA ROZWIĄZANE	46
5. ZAGADNIENIA DO ROZWIĄZANIA	63
LITERATURA	64
ZAŁĄCZNIKI – Wyjątki z norm	65

OD AUTORA

Treść skryptu stanowią wykłady i ćwiczenia rachunkowe z połączeń wału z piastą, prowadzone w ramach przedmiotu Podstawy Konstrukcji Maszyn na wydziałach mechanicznych Politechniki Gdańskiej.

W części dotyczącej wykładów omówiono szczegółowe podstawowe rodzaje połączeń kształtowych, kształtowo ciernych i ciernych, stosowanych do przenoszenia momentu skręcającego z wału na element na min osadzony.

W części dotyczącej ćwiczeń rachunkowych przedstawiono przykłady obliczeń omówionych w części wykładowej, oraz zamieszczono szereg zagadnień nierachunkowych, które mogą posłużyć jako tematy ćwiczeń rachunkowych, bądź do kontroli stopnia opanowania tematu przez studentów.

Skrypt uzupełniono wyciągami z Polskich Norm, niezbędnych do prowadzenia obliczeń konstruowanych połączeń.

ZESTAWIENIE WAŻNIEJSZYCH OZNACZEŃ

P	– siła obwodowa (wypadkowa z nacisków)
N	– siła normalna do powierzchni
S_w	– siła zewnętrzna wzdłużna
M_s	– moment skręcający przenoszony przez połączenie
M_n	– moment przyłożony do nakrętki
σ_r	– naprężenie rozciągające
σ_c	– naprężenie ściskające
k_r	– naprężenie dopuszczalne przy rozciąganiu
k_c	– naprężenie dopuszczalne przy ściskaniu
k_t	– naprężenie dopuszczalne przy ścinaniu
σ_r	– naprężenie rozciągające
σ_c	– naprężenie ściskające
R_e	– granica plastyczności przy rozciąganiu
R_{ec}	– granica plastyczności przy ściskaniu
R_{es}	– granica plastyczności przy skręcaniu
R_m	– wytrzymałość doraźna przy rozciąganiu
R_c	– wytrzymałość doraźna przy ściskaniu
Z_{sj}	– trwała wytrzymałość zmęczeniowa przy jednostronnym skręcaniu
E	– moduł sprężystości Younga
p_{dop}	– dopuszczalny nacisk powierzchniowy
d	– średnica nominalna połączenia
d_1	– średnica wydrążenia czopy

- d_2 – średnica zewnętrzna piasty
- d_{sr} – średnia średnica połączenia
- l_0 – długość obliczeniowa piasty
- b – szerokość wpustu
- b_0 – szerokość boku w połączeniu wielobocznym
- h – wysokość wpustu, wypustu, klina
- t – wysokość wpustu czółenkowego tkwiąca w wale, głębokość rowka w piaście pod kliny styczne
- g_p – grubość piasty
- g_m – grubość mostka pomiędzy dnem rowka w piaście i jej obrysem
- W – wcisk
- F, G – odchyłki wymiaru normalnego
- R_z – wysokość chropowatości
- z – liczba wypustów, zębów
- x_1 – współczynnik wydrążenia czopa
- x_2 – współczynnik wydrążenia piasty
- x – współczynnik bezpieczeństwa statyczny, zmęczeniowy (założony)
- ε – odkształcenie jednostkowe powierzchni styku
- ν – liczba Poissona
- μ – współczynnik tarcia obliczeniowy
- γ – kąt wzniosu linii śrubowej
- ρ – kąt tarcia
- ρ' – zredukowany kąt tarcia

WSTĘP

Na cylindrycznych lub stożkowych odcinkach wału (zwanymi czopami) osadza się spoczynkowo lub przesuwnie elementy przenoszące moment skręcający. Dla przeniesienia momentu skręcającego z czopa wału piastę elementu na nim osadzonego (lub odwrotnie), konieczne jest zastosowanie odpowiedniego połączenia.

W literaturze przedmiotowej można spotkać kilka sposobów systematyzacji połączeń wału z piastą. Najogólniej połączenia te są dzielone na dwie zasadnicze grupy:

- 1) połączenia bezpośrednie, w których łącznikami czopa z piastą są:
 - a) występy i odpowiadające im wgłębienia wykonane wprost na powierzchni styku elementów głównych (połączenia wielowypustowe i wieloboczne);
 - b) siły tarcia powstające wskutek zacisku jednego elementu na drugim, spowodowanego sprężystymi odkształceniami wywołanymi różnicą wymiarów (połączenia cierne cylindryczne i stożkowe);
- 2) połączenia pośrednie, w których łączniki czopa z piastą są:
 - a) oddzielne części przenikające powierzchnię styku elementów głównych (połączenia wpustowe i klinowe);
 - b) oddzielne części w postaci np. zestawów stożkowych pierścieni, wciskane pomiędzy elementy główne i generujące siły tarcia na powierzchniach czopa i piasty na skutek sprężystych odkształceń.

W niniejszym skrypcie zaproponowano następujący podział połączeń:

- połączenia kształtowe, w których zachodzi równoważenie przenoszonego obciążenia siłami spójności łączników wiążących elementy główne złącza (połączenia wpustowe, wielowypustowe, wieloboczne);
- połączenia kształtowo cierne, w których zachodzi równoważenie przenoszonego obciążenia siłami spójności łączników (kształtowo) oraz siłami tarcia powstającymi na powierzchni styku elementów złącza w wyniku napięcia wstępnego (kliny wzdłużne płaskie, wpuszczane, styczne);
- połączenia cierne, w których naciski na powierzchni styku spowodowane odkształceniami sprężystymi elementów złącza są źródłem sił tarcia równoważących obciążenie (połączenia cierne cylindryczne i stożkowe, połączenia z pośrednimi pierścieniami zaciśkowymi).

Usystematyzowane w ten sposób połączenia omówiono szczegółowo w kolejnych rozdziałach skryptu, podając charakterystyki każdego z nich oraz zasady obliczeń i doboru.