

Marek Krawczuk, Krzysztof Biereg, Łukasz Doliński

PROJEKTOWANIE URZĄDZEŃ ELEKTROMECHANICZNYCH

Gdańsk 2006

Spis treści

Od Autorów	7
1. Wiadomości o konstruowaniu	9
1.1. Cel i proces konstruowania	9
1.2. Kryteria oceny konstrukcji	12
1.3. Normalizowanie części maszyn	14
1.4. Rodzaje norm	15
2. Tolerancje i pasowania	16
2.1. Chropowatość powierzchni	16
2.2. Tolerancja kształtu i położenia powierzchni	16
2.3. Tolerancja wymiarów	17
3. Podstawy obliczeń zmęczeniowych	21
4. Połączenia	25
4.1. Połączenia nierozłączne	25
4.1.1. Połączenia spawane	25
4.1.1.1. Rodzaje spawania	26
4.1.1.2. Spawalność metali	26
4.1.1.3. Rodzaje spoin	27
4.1.1.4. Przykłady zastosowania połączeń spawanych	29
4.1.1.5. Obliczenia spoin obciążonych statycznie	33
4.1.1.6. Obliczenia spoin obciążonych zmiennie	35
4.1.2. Połączenia zgrzewane	37
4.1.2.1. Zgrzewalność metali	39
4.1.2.2. Obliczanie połączeń zgrzewanych	39
4.1.3. Połączenia lutowane	39
4.1.4. Połączenia klejone	41
4.1.4.1. Kleje	42
4.1.4.2. Wykonanie połączeń klejonych	42
4.1.4.3. Obliczanie połączeń klejonych	43
4.1.5. Połączenia nitowane	44
4.1.5.1. Rodzaje nitów	45
4.1.5.2. Wymiary, wykonanie i oznaczenie nitów	45
4.1.5.3. Rodzaje połączeń nitowych	46
4.1.5.4. Obliczanie połączeń nitowych	47
4.2. Połączenia rozłączne	48
4.2.1. Połączenia gwintowe	48
4.2.1.1. Linia śrubowa	48
4.2.1.2. Podstawowe wielkości opisujące gwint	48
4.2.1.3. Rodzaje gwintów	49
4.2.1.4. Metody obróbki i podział narzędzi do gwintów	52
4.2.1.5. Siły w złączu gwintowym	52
4.2.1.6. Wytrzymałość gwintu	54
4.2.1.7. Obliczenia wytrzymałościowe połączeń gwintowych	55
4.2.1.8. Dodatkowe obciążenia śrub	59
4.2.1.9. Zasady konstruowania połączeń śrubowych	59
4.2.1.10. Zabezpieczenia połączeń śrubowych przed odkręcaniem	60

4.2.2. Połączenia kształtowe	61
4.2.2.1. Połączenia kołkowe	61
4.2.2.2. Połączenie wpustowe	62
4.2.2.3. Połączenia wciskowe	63
5. Wały i osie	66
5.1. Konstruowanie wałów i osi	67
5.1.1. Dobór materiału	67
5.1.2. Obliczenia wstępne	67
5.1.3. Obliczenia sprawdzające	69
5.2. Zalecenia konstrukcyjne	71
6. Łożyska	73
6.1. Łożyska ślizgowe	73
6.1.1. Podział i budowa łożysk ślizgowych	73
6.1.2. Materiały panwi łożysk ślizgowych	74
6.1.3. Zastosowanie łożysk ślizgowych	74
6.2. Łożyska toczne	74
6.2.1. Budowa i podział łożysk tocznych	74
6.2.2. Oznaczenia łożysk tocznych	76
6.2.3. Tok obliczeniowy oraz dobór łożysk tocznych	78
6.2.4. Materiały łożysk tocznych	83
6.3. Metody osadzania łożysk	83
6.4. Metody uszczelniania łożysk	85
7. Sprzęgła	88
7.1. Dobór sprzęgła	88
7.2. Sprzęgła sztywne	90
7.2.1. Sprzęgła niedzielone	91
7.2.2. Sprzęgła sztywne dzielone w płaszczyźnie prostopadłej do osi wałów	92
7.2.2.1. Sprzęgła kołnierzone	92
7.2.2.2. Sprzęgło sztywne ząbkowe	94
7.2.3. Sprzęgła sztywne dzielone w płaszczyźnie osi wału	94
7.3. Sprzęgła samonastawne	96
7.3.1. Sprzęgło z kołkiem poprzecznym	97
7.3.2. Sprzęgło sworzniowe	97
7.3.3. Sprzęgła przegubowe	98
7.3.4. Sprzęgło samonastawne uniwersalne	100
7.4. Sprzęgła podatne	101
7.4.1. Współpraca sprzęgła podatnego z układem napędowym	103
7.4.2. Rozwiązania konstrukcyjne	103
7.4.3. Dobór sprzęgieł podatnych	105
8. Przekładnie zębate	107
8.1. Wiadomości wstępne	107
8.2. Podział przekładni zębatych	108
8.3. Zarys zębów	110
8.3.1. Wymiary kół zębatych	111
8.4. Prawo ząbienia	112
8.5. Dobór motoreduktora	112
8.5.1. Dobór wielkości motoreduktora	113
9. Silniki elektryczne	118
9.1. Silniki prądu stałego	118
9.2. Silniki prądu przemiennego	119
9.3. Konstrukcje silników elektrycznych	120

9.4. Zasady doboru silnika elektrycznego	123
10. Tok postępowania przy projektowaniu urządzenia elektromechanicznego	125
Literatura	127

Od Autorów

Niniejszy skrypt zawiera materiały wykładane studentom drugiego roku Wydziału Elektrotechniki i Automatyki Politechniki Gdańskiej w ramach przedmiotów *Podstawy Konstrukcji elektromechanicznych* oraz *Projektowanie urządzeń elektromechanicznych*. Celem wykładu jest zapoznanie studentów z podstawami projektowania tak, aby student był w stanie samodzielnie zaprojektować proste urządzenia elektromechaniczne.

Jest rzeczą naturalną, że nie można wnieść istotnych nowości naukowych do materiału obejmującego zakres wiedzy powszechnie znany wśród mechaników. Na rynku księgarskim istnieje znaczna liczba podręczników uczelnianych, traktujących zagadnienia omawiane w niniejszym skrypcie w szerokim zakresie. Materiał prezentowany w tych podręcznikach jest bardzo obszerny. Wynika to z faktu, że są to wydawnictwa skierowane głównie do studentów wydziałów mechanicznych politechnik. Zapoznanie się z materiałem, który na wydziałach mechanicznych jest wykładany z reguły przez dwa semestry, nastręcza studentom Wydziału Elektrotechniki i Automatyki wielu trudności. Trudności te polegają głównie na prawidłowym wyborze właściwego materiału z wyżej wspomnianych opracowań. Stąd też podstawowym celem autorów niniejszego skryptu był dobór i uporządkowanie podstawowych informacji, metod oraz zasad, które są przydatne przy samodzielnym projektowaniu urządzeń elektromechanicznych.

Elementami nowości, w rozumieniu autorów skryptu, jest usystematyzowanie i połączenie w jedną całość wybranych elementów wiedzy, dotyczących projektowania urządzeń elektromechanicznych, w formie przystępnej i przydatnej studentom Wydziału Elektrotechniki i Automatyki. Autorzy mają nadzieję, że udało im się zawrzeć w przedstawionym skrypcie informacje, których z reguły student musiałby poszukiwać w kilku źródłach.

Autorzy wyrażają wdzięczność prof. dr. hab. inż. Antoniemu Neymanowi za wsparcie merytoryczne oraz wyczerpujące, wnikliwe i zachęcające uwagi.

Autorzy