

Spis treści

Wykaz ważniejszych oznaczeń 9

Przedmowa 13

1. _____ Podział, przeznaczenie i produkcja drutów 17

1.1.	Podział drutów	18
1.2.	Materiały stosowane na druty	20
1.3.	Przeznaczenie drutów	24

2. _____ Zarys teorii procesów ciągnięcia drutu 28

2.1.	Stan naprężenia	29
2.2.	Naprężenia w procesie ciągnięcia drutów okrągłych	32
2.2.1.	Naprężenie ciągnięcia	33
2.2.2.	Nacisk metalu na ciągnadło	35
2.3.	Naprężenia własne	37
2.3.1.	Wpływ parametrów procesu ciągnięcia na naprężenia własne	39
2.3.2.	Metody zmniejszania naprężeń własnych	41
2.4.	Stan odkształcenia	42
2.4.1.	Wiadomości ogólne	42
2.4.2.	Niejednorodność odkształcenia	45
2.5.	Niejednorodność własności	48

3. _____ Podstawy procesów ciągnięcia drutów 53

3.1.	Ciągnięcie konwencjonalne	54
3.1.1.	Ciągnięcie z przeciwciągiem	54
3.1.2.	Optymalny kąt ciągnięcia	58
3.1.3.	Tarcie w procesach ciągnięcia	61
3.1.4.	Prędkość odkształcenia	65

3.2.	Niekonwencjonalne procesy ciągnięcia	68
3.2.1.	Ciągnięcie w warunkach smarowania hydrodynamicznego	68
3.2.2.	Ciągnięcie przez ciągadło obrotowe	74
3.2.3.	Ciągnięcie z zastosowaniem ultradźwięków	77
3.2.4.	Ciągnięcie stali w podwyższonej temperaturze	80
3.2.5.	Ciągnięcie w ciągadłach rolkowych	88
4.	Maszyny ciągarskie i osprzęt technologiczny 93	
4.1.	Historia rozwoju konstrukcji maszyn, narzędzi i osprzętu	93
4.2.	Ciągarki i wielociągi	101
4.2.1.	Ciągarki jednobębnowe	103
4.2.2.	Ciągarki wielobębnowe	107
4.2.3.	Mokrociągi	115
4.3.	Bębny	126
4.4.	Pierścienie ciągowe	130
4.5.	Maszyny pomocnicze i osprzęt technologiczny	133
4.5.1.	Urządzenia rozwijające	133
4.5.2.	Urządzenia do zaostrzania	135
4.5.3.	Urządzenia do zaciągania	137
4.5.4.	Zgrzewarki	138
4.5.5.	Skrzynki smarownicze i sposoby mocowania ciągadeł	140
4.5.6.	Urządzenia do odbioru drutu	142
4.5.7.	Przewijarki	151
4.5.8.	Prostownice (prostarki)	153
5.	Narzędzia ciągarskie 160	
5.1.	Podział narzędzi	160
5.2.	Ciągadła monolityczne	161
5.2.1.	Konstrukcja ciągadła monolitycznego	163
5.2.2.	Materiały do budowy ciągadeł	168
5.2.3.	Ciągadła przemysłowe	173
5.3.	Ciągadła składane	175
5.4.	Ciągadła rolkowe	176
5.5.	Specjalne konstrukcje ciągadeł	184
5.5.1.	Ciągadła ze wspomaganiem podawania i ciśnienia smaru	185
5.5.2.	Ciągadła ruchome	189
5.6.	Produkcja i regeneracja ciągadeł	193
5.6.1.	Produkcja ciągadeł z węglików spiekanych	194
5.6.2.	Produkcja ciągadeł diamentowych	198
5.6.3.	Produkcja innych typów ciągadeł	200
5.6.4.	Pomiary parametrów ciągadeł	201
5.6.5.	Urządzenia i narzędzia do obróbki ciągadeł	203
5.6.6.	Regeneracja ciągadeł	210
6.	Smary ciągarskie i podkłady podsmarowe 213	
6.1.	Rola smarów i podkładów podsmarowych w procesie ciągnięcia	214
6.2.	Podkłady podsmarowe	216
6.3.	Smary ciągarskie	222
6.3.1.	Smary stałe	222

6.3.2.	Smary półpłynne	224
6.3.3.	Smary płynne	225
6.4.	Metody badań jakości smarów ciążarskich i podkładów podsmarowych	227
6.5.	Metody usuwania zużytych smarów i podkładów podsmarowych	230
6.5.1.	Metoda fizyczna	231
6.5.2.	Metoda chemiczna	232
6.5.3.	Metoda elektrochemiczna	233
6.5.4.	Metoda mechaniczna	234
6.5.5.	Metoda ultradźwiękowa	235

7. Charakterystyki stali i stopów specjalnych 236

7.1.	Stale stopowe spawalnicze	239
7.2.	Stale ferrytyczne, ferrytyczno-martenzytyczne i martenzytyczne odporne na korozję	241
7.3.	Stale austenityczne odporne na korozję	245
7.4.	Stale żaroodporne	253
7.4.1.	Stale żaroodporne ferrytyczne	254
7.4.2.	Stale żaroodporne ferrytyczne oporowo-grzejne	258
7.4.3.	Stale żaroodporne austenityczne	263
7.5.	Stale żarowytrzymałe	266
7.6.	Stale utwardzane wydzieleniowo	268
7.7.	Stopy żelazowo-niklowe	270
7.8.	Stopy niklowo-chromowe oporowo-grzejne	275
7.9.	Stopy niklowe specjalnego przeznaczenia	278
7.10.	Stopy miedziowo-niklowe	281

8. Technologia wytwarzania drutów ze stali i stopów specjalnych 286

8.1.	Zasady projektowania procesów wytwarzania drutów ze stali i stopów specjalnych	287
8.1.1.	Zasady doboru materiałów wsadowych	290
8.1.2.	Zasady doboru maszyn, narzędzi, osprzętu i smarów	291
8.2.	Technologia przygotowania wsadu	293
8.2.1.	Walcówka	294
8.2.2.	Technologia obróbki powierzchni walcówki	303
8.2.3.	Nakładanie podkładów podsmarowych	312
8.3.	Technologia ciągnięcia	315
8.3.1.	Technologie ciągnięcia drutów okrągłych	319
8.3.2.	Technologie ciągnięcia drutów profilowych	347
8.3.3.	Technologie płaszczenia drutów	370
8.3.4.	Technologie kształtowania ciągnięciem drutów profilowych specjalnego przeznaczenia	380
8.4.	Technologia obróbki cieplnej	383
8.4.1.	Urządzenia do obróbki cieplnej drutów	386
8.4.2.	Atmosfery ochronne	395
8.4.3.	Dobór parametrów obróbki cieplnej drutów ze stali i stopów specjalnych	399
8.5.	Technologia zabiegów wykańczających	401
8.5.1.	Technologia prostowania i cięcia drutów na odcinki	401
8.5.2.	Technologia oczyszczania powierzchni drutów	408
8.5.3.	Technologia konfekcjonowania drutów i ich znakowania	411
8.6.	Jakość drutów ciągniętych	417
8.6.1.	Metody badania jakości drutów	417
8.6.2.	Metody zabezpieczania jakości drutów	431

9. Przetwórstwo drutów 434

9.1.	Wiadomości wstępne	434
9.2.	Sita i siatki	435
9.3.	Taśmy transporterowe	451
9.4.	Grzejniki elektryczne, oporniki	457
9.5.	Elektrody i druty do spawania	469
9.6.	Szczotki	481
9.7.	Elementy łączne	484
9.7.1.	Złącza śrubowe	484
9.7.2.	Gwoździe	505
9.7.3.	Wkręty	522
9.7.4.	Nity	531
9.7.5.	Zawleczeni	534
9.7.6.	Skoble	538
9.8.	Elementy gięte	540
9.9.	Sprężyny	544
9.10.	Liny	564
9.11.	Wyroby specjalne	572
9.11.1.	Narzędzia medyczne	572
9.11.2.	Implanty, protezy	574
9.11.3.	Termoelementy	575
9.11.4.	Wyroby jubilerskie	577
9.11.5.	Wiertła	578
9.11.6.	Łańcuchy	579
9.11.7.	Oploty, kompensatory drgań	582
9.11.8.	Inne wyroby	583

10. Druty bardzo cienkie i supercienkie 585

10.1.	Standardy wytwarzania drutów	585
10.2.	Wsad na druty bardzo cienkie i supercienkie	587
10.2.1.	Struktura wsadu	587
10.2.2.	Obróbka cieplna wsadu	588
10.3.	Projektowanie procesu ciągnięcia drutów bardzo cienkich i supercienkich	590
10.3.1.	Realizacja stopnia odkształcenia	590
10.3.2.	Ciągadła	592
10.3.3.	Smary ciągarskie	595
10.4.	Wpływ procesu ciągnięcia na własności użytkowe drutów bardzo cienkich i supercienkich po ciągnięciu	597
10.4.1.	Krzywe zmian własności mechanicznych	597
10.4.2.	Nierównomierność własności na przekrojach drutów	597
10.4.3.	Struktura stali po ciągnięciu	598
10.5.	Technologia ciągnięcia drutów bardzo cienkich i supercienkich	600
10.5.1.	Ciągnięcie przez układ ciągań tandem	600
10.5.2.	Intensyfikacja procesu odkształcania (zakres dopuszczalnych odkształceń)	602
10.5.3.	Przeciwiąg krytyczny	603
10.5.4.	Naprężenia własne w drutach (zabiegi wykańczające)	604
10.5.5.	Optymalizacja procesu wielostopniowego ciągnięcia z poślizgiem	604

Literatura 608**Skorowidz 613**