

Spis treści

Przedmowa do trzeciego wydania	XV
--------------------------------------	----

Rozdział 1

Podstawowe pojęcia chemiczne i galwanotechniczne – 1

1.1. Podstawowe pojęcia z chemii i elektrochemii	2
1.2. Ważniejsze parametry procesów galwanicznych	7
1.3. Właściwości kąpieli galwanicznych	9
1.4. Właściwości powłok galwanicznych	11
Literatura	14

Rozdział 2

Metaloznawstwo i budowa powłok galwanicznych – 15

2.1. Pojęcia i ogólna charakterystyka metalu, metalurgii i metaloznawstwa ...	16
2.2. Podstawowe wiadomości o budowie metali i stopów	17
2.3. Odkształcanie plastyczne metali i rekrytalizacja	23
2.4. Struktura galwanicznych powłok metalowych	26
2.5. Struktura galwanicznych stopów metali	30
2.5.1. Oddzielna elektrokrytalizacja składników stopowych	33

2.5.2. Powstawanie roztworu stałego	34
2.5.3. Stabilne i niestabilne fazy międzymetaliczne	36
2.5.4. Elektrolityczne i rekrytalizowane stopy metali	36
2.5.5. Tekstura elektrolitycznych stopów	38
2.6. Badania mechaniczne metali i galwanicznych powłok metalowych ...	39
2.7. Metale i stopy metali najczęściej pokrywane powłokami galwanicznymi	43
2.7.1. Żelazo i jego stopy (stale)	43
2.7.2. Miedź i jej stopy	47
2.7.3. Cynk i jego stopy	48
2.7.4. Aluminium i jego stopy	49
Literatura	50

Rozdział 3

Dobór powłok galwanicznych i ich normalizacja – 53

3.1. Ogólna charakterystyka procesu elektrolitycznego osadzania metali i znaczenie właściwego doboru powłok	54
3.2. Klasyfikacja powłok galwanicznych	55
3.3. Czynniki wpływające na korozję powłok galwanicznych	57
3.4. Szybkość korodowania powłok galwanicznych w typowych warunkach atmosferycznych	57

3.5.	Czynniki decydujące o wyborze powłoki	58
3.6.	Dobór powłok do poszczególnych zastosowań	64
3.7.	Normalizacja w dziedzinie powłok galwanicznych i metod ich badań	71
	Literatura	80

Rozdział 4

Przygotowanie powierzchni metali pod powłoki galwaniczne – 81

4.1.	Obróbka mechaniczna powierzchni ...	82
4.1.1.	Wiadomości ogólne	82
4.1.2.	Metody mechanicznej obróbki powierzchni	83
4.1.3.	Kontrola jakości obrobionych powierzchni	97
4.1.4.	Tendencje rozwojowe obróbki mechanicznej powierzchni	100
	Literatura	104
4.2.	Fizykochemiczne czyszczenie powierzchni	105
4.2.1.	Wiadomości ogólne	105
4.2.2.	Odtłuszczanie	106
4.2.3.	Oczyszczanie za pomocą ultradźwięków	112
4.2.4.	Płukanie	113
4.2.5.	Trawienie	114
4.2.6.	Odtłuszczanie z jednoczesnym odrdzewianiem i aktywacją	121
4.2.7.	Ocena czystości powierzchni	121
	Uwagi końcowe	122
	Literatura	123

Rozdział 5

Polerowanie chemiczne i elektrochemiczne – 125

5.1.	Wiadomości ogólne	126
5.2.	Specyfika technologii polerowania elektrolitycznego i chemicznego	127
5.3.	Polerowanie miedzi i stopów	127
5.4.	Polerowanie aluminium i stopów	129
5.5.	Polerowanie stali	130
	Literatura	133

Rozdział 6

Schematy procesów technologicznych – 135

6.1.	Omówienie tabel schematów procesów technologicznych	136
------	---	-----

6.2.	Posługiwanie się tabelami schematów procesów technologicznych	137
------	---	-----

Rozdział 7

Chromowanie – 155

7.1.	Właściwości chemiczne, fizyczne i mechaniczne chromu	156
7.2.	Właściwości elektrochemiczne chromu	156
7.3.	Zastosowanie powłok chromowych	157
7.4.	Typy kąpiei do chromowania	158
7.4.1.	Kąpiele siarczanowe	158
7.4.2.	Kąpiele fluorokrzemianowe	158
7.4.3.	Kąpiele czterochromianowe	159
7.4.4.	Kąpiel do chromowania drobnicy	159
7.4.5.	Kąpiel do chromowania na kolor czarny	160
7.4.6.	Kąpiele do chromowania oparte na związkach chromu(III)	160
7.4.7.	Składniki kąpiei oraz ich wpływ na przebieg procesu i właściwości powłok	160
7.4.8.	Skład i parametry pracy kąpiei do chromowania	163
7.4.9.	Przygotowanie kąpiei	163
7.4.10.	Konserwacja i regeneracja kąpiei do chromowania	164
7.4.11.	Dobór kąpiei w aspekcie zastosowania powłoki chromowej	165
7.5.	Technologie chromowania	168
7.5.1.	Chromowanie techniczne	168
7.5.2.	Chromowanie dekoracyjne, ochronne i ochronno-dekoracyjne	169
7.5.3.	Chromowanie na kolor czarny	170
7.5.4.	Chromowanie drobnicy	170
7.5.5.	Chromowanie nieporowate	171
7.5.6.	Chromowanie porowate	172
7.5.7.	Chromowanie aluminium i jego stopów	173
7.5.8.	Chromowanie przy intensywnych parametrach osadzania	174
7.6.	Specjalne wymagania dotyczące procesu chromowania	174
7.7.	Anody	177
7.8.	Odwodorowanie przedmiotów po chromowaniu	178
7.9.	Usuwanie wadliwych powłok chromowych	178
7.10.	Wady powłok i ich usuwanie	179
	Literatura	183

Rozdział 8

Cynkowanie – 185

8.1. Właściwości chemiczne, fizyczne i mechaniczne cynku i powłok cynkowych	186
8.2. Właściwości elektrochemiczne cynku i powłok cynkowych	186
8.3. Zastosowanie powłok cynkowych	187
8.4. Typy kąpeli i technologie cynkowania	189
8.4.1. Kąpiele kwaśne	189
8.4.2. Kąpiele słabo kwaśne	192
8.4.3. Kąpiele alkaliczne (cynkanowe)	195
8.4.4. Kąpiele wysokocyjankowe	198
8.4.5. Kąpiele średniocyjankowe	205
8.4.6. Kąpiele niskocyjankowe	205
8.5. Technologia osadzania powłok	209
8.6. Urządzenia do cynkowania	210
8.7. Sole stosowane do cynkowania	210
8.8. Anody	210
8.9. Wykończenie powłok cynkowych	211
8.10. Usuwanie wadliwych powłok cynkowych	211
8.11. Wady powłok i ich usuwanie	211
Literatura	215

Rozdział 9

Cynowanie – 217

9.1. Właściwości cyny i powłok cynowych	218
9.2. Zastosowanie powłok cynowych	219
9.3. Charakterystyka kąpeli do cynowania	220
9.4. Kąpiele kwaśne	220
9.4.1. Kąpiele siarczanowe, fluoroboranowe i metanosulfonianowe	220
9.4.2. Inne kwaśne kąpiele	223
9.5. Kąpiele alkaliczne	223
9.6. Obtapianie	225
9.7. Materiały do procesów cynowania	225
9.8. Usuwanie wadliwych powłok cynowych	226
Literatura	226

Rozdział 10

Kadmowanie – 227

10.1. Właściwości chemiczne, fizyczne i mechaniczne kadmu	228
10.2. Właściwości elektrochemiczne kadmu	228
10.3. Zastosowanie powłok kadmowych	229

10.4. Typy kąpeli i technologie osadzania powłok kadmowych	230
10.4.1. Kąpiele cyjankowe	230
10.4.2. Kąpiele bezcyjankowe	233
10.5. Anody	234
10.6. Wykończanie powłok kadmowych	234
10.7. Usuwanie wadliwych powłok kadmowych	234
10.8. Wady powłok i ich usuwanie	235
Literatura	236

Rozdział 11

Miedziowanie – 237

11.1. Właściwości miedzi i powłok miedzianych	238
11.2. Zastosowanie powłok miedzianych	239
11.3. Typy kąpeli i technologie miedziowania	239
11.3.1. Kąpiele cyjankowe	240
11.3.2. Kąpiele siarczanowe	247
11.3.3. Inne typy kąpeli do miedziowania	253
11.4. Przykładowa technologia miedziowania odlewów ciśnieniowych ze stopów cynku (ZnAl)	254
11.5. Sole stosowane do miedziowania	255
11.6. Anody	256
11.7. Usuwanie wadliwych powłok miedzianych	257
11.8. Nieprawidłowości w pracy kąpeli, wady powłok, ich przyczyny i usuwanie	257
Literatura	261

Rozdział 12

Niklowanie – 263

12.1. Charakterystyka niklu	264
12.1.1. Właściwości chemiczne, fizyczne i mechaniczne niklu	264
12.1.2. Właściwości elektrochemiczne niklu	264
12.1.3. Właściwości galwanicznych powłok niklowych	264
12.2. Typy elektrochemicznych powłok niklowych i obszary ich zastosowań	266
12.2.1. Dekoracyjno-ochronne powłoki niklowe	266
12.2.2. Techniczne ochronne powłoki niklowe	267
12.2.3. Nikłowe kompozytowe powłoki elektrochemiczne (NiKPE)	269
12.2.4. Hybrydowe kompozytowe powłoki Ni-PTFE-ceramika	272

12.3. Typy kąpiei do niklowania	273
12.3.1. Kąpiele typu Watta	273
12.3.2. Kąpiele chlorkowe	276
12.3.3. Kąpiele fluoroborane	277
12.3.4. Kąpiele amidosulfonianowe	277
12.4. Technologie niklowania galwanicznego	278
12.4.1. Osadzanie powłok niklowych matowych	280
12.4.2. Osadzanie powłok niklowych z półpołyskiem	284
12.4.3. Osadzanie powłok niklowych z połyskiem	287
12.4.4. Osadzanie powłok niklowych koloru czarnego	293
12.5. Dodatki stosowane w kąpielach do niklowania	294
12.6. Analiza kąpiei do niklowania	297
12.7. Koszty osadzania powłok niklowych	297
12.8. Anody	298
12.9. Usuwanie wadliwych powłok niklowych	298
12.10. Wady powłok niklowych, przyczyny ich powstawania i usuwanie	298
Literatura	302

Rozdział 13

Ołowiowanie – 303

13.1. Właściwości i zastosowanie powłok ołowianych	304
13.2. Technologie ołowiowania	305
13.2.1. Kąpiele fluoroborane	305
13.2.2. Kąpiele metanosulfonianowe	306
13.3. Przygotowanie i regeneracja kąpiei	306
13.4. Urządzenia	307
13.5. Uwagi dotyczące techniki ołowiowania	307
13.6. Anody	307
13.7. Wady powłok i ich usuwanie	308
Literatura	308

Rozdział 14

Srebrzenie – 309

14.1. Właściwości srebra i powłok srebrnych	310
14.2. Zastosowanie powłok srebrnych	311
14.3. Dodatkowe procesy związane z przygotowaniem powierzchni przed srebrzeniem	311
14.4. Typy kąpiei i technologia srebrzenia	312
14.4.1. Kąpiele bezcyankowe	312

14.4.2. Kąpiele niezawierające wolnych cyanków	313
14.4.3. Kąpiele cyankowe	313
14.5. Sole stosowane do sporządzania kąpiei cyankowych	321
14.6. Anody	321
14.7. Ochrona przed tworzeniem się nalotu	323
14.8. Barwienie (czernienie) powłok srebrnych i srebra	324
14.9. Usuwanie wadliwych powłok srebrnych	324
14.10. Wady powłok, przyczyny powstawania i sposób ich usuwania	324
Literatura	325

Rozdział 15

Elektrochemiczne osadzanie metali grupy platynowców – 327

15.1. Nowe tendencje w galwanicznym nakładaniu metali grupy platynowców	328
15.1.1. Elektrochemiczne właściwości platynowców	328
15.1.2. Perspektywy zastosowań powłok galwanicznych metali z grupy platynowców	329
Literatura	330
15.2. Palladowanie	330
15.2.1. Właściwości palladu i zastosowanie powłok palladowych	330
15.2.2. Typy kąpiei	331
Literatura	333
15.3. Platynowanie	333
15.3.1. Właściwości platyny i zastosowanie powłok platynowych	333
15.3.2. Typy kąpiei	333
Literatura	334
15.4. Rodowanie	334
15.4.1. Właściwości rodu i zastosowanie powłok rodowych	334
15.4.2. Typy kąpiei	335
Literatura	335
15.5. Rutowanie	336
15.5.1. Właściwości rutenu i zastosowanie powłok rutenowych	336
15.5.2. Typy kąpiei	337
Literatura	338

Rozdział 16

Złocenie – 339

16.1. Właściwości chemiczne, fizyczne i mechaniczne złota	340
--	-----

16.2. Właściwości elektrochemiczne złota	341
16.3. Zastosowanie powłok złotych	341
16.4. Typy kąpiei do złocenia	343
16.4.1. Kąpiele alkaliczne	343
16.4.2. Kąpiele obojętne (neutralne)	346
16.4.3. Kąpiele słabo kwaśne	347
16.5. Technologie osadzania powłok złotych	350
16.6. Urządzenia i specjalne oprzyrządowanie	352
16.7. Materiały	353
16.7.1. Składniki kąpiei i ich rola w procesie złocenia	353
16.7.2. Anody i proces anodowy	354
16.8. Wady powłok złotych i przyczyny ich powstawania	355
16.9. Usuwanie powłok wadliwych	355
Literatura	356

Rozdział 17

Żelazowanie – 357

17.1. Właściwości i zastosowanie	358
17.2. Technologia żelazowania	358
17.3. Kąpiele i warunki pracy	359
17.3.1. Kąpiel chlorkowa	359
17.3.2. Kąpiel siarczanowa	359
17.3.3. Kąpiel fluoroboranowa	360
Literatura	360

Rozdział 18

Powłoki stopowe – 361

18.1. Elektrolityczne osadzanie stopów	362
18.1.1. Warunki współosadzania metali	363
18.1.2. Skład stopów elektrolitycznych a parametry elektrolizy	364
Literatura	365
18.2. Osadzanie galwaniczne stopu miedź-cynk (mosiądżowanie)	365
18.2.1. Właściwości i zastosowanie powłok	365
18.2.2. Typy kąpiei i warunki prowadzenia procesu	366
Literatura	368
18.3. Osadzanie galwaniczne stopu miedź-cyna (brązowanie)	368
18.3.1. Właściwości i zastosowanie powłok	368
18.3.2. Typy kąpiei i warunki prowadzenia procesu	369
Literatura	371
18.4. Osadzanie galwaniczne stopu cyna-ołów	371
Literatura	373

18.5. Osadzanie galwaniczne stopu pallad-nikiel	373
18.5.1. Właściwości i zastosowanie powłok	373
18.5.2. Typy kąpiei i warunki prowadzenia procesu	375
Literatura	375
18.6. Osadzanie galwaniczne stopu cyna-nikiel	376
18.6.1. Właściwości i zastosowanie powłok	376
18.6.2. Typy kąpiei i warunki prowadzenia procesu	376
Literatura	379
18.7. Osadzanie galwaniczne stopu wolfram-kobalt i wolfram-nikiel	379
18.7.1. Właściwości i zastosowanie powłok	379
18.7.2. Typy kąpiei i warunki prowadzenia procesu	380
Literatura	382
18.8. Osadzanie galwaniczne stopu nikiel-żelazo	382
18.8.1. Właściwości i zastosowanie powłok	382
18.8.2. Typy kąpiei i warunki prowadzenia procesu	382
18.8.3. Urządzenia i oprzyrządowanie	384
Literatura	384
18.9. Osadzanie galwaniczne stopu kobalt-molibden	384
18.9.1. Właściwości fizyczne molibdenu i zastosowanie powłok kobalt-molibden	384
18.9.2. Typy kąpiei i warunki prowadzenia procesu	384
Literatura	385
18.10. Osadzanie galwaniczne stopów cynku z metalami grupy żelaza	386
18.10.1. Właściwości i zastosowanie powłok	386
18.10.2. Typy kąpiei i warunki prowadzenia procesu	387
18.10.3. Urządzenia	388
Literatura	389

Rozdział 19

Bezprądowe osadzanie metali – 391

19.1. Wiadomości ogólne	392
19.2. Metody bezprądowego osadzania metali	392
19.2.1. Pokrywanie przez wymianę	392
19.2.2. Pokrywanie kontaktowe	392
19.2.3. Pokrywanie przez redukcję chemiczną	392
19.2.4. Pokrywanie katalityczne	393
19.3. Cynowanie	393
19.3.1. Cynowanie przez wymianę	393

19.3.2. Cynowanie kontaktowe	394
19.4. Miedziowanie	394
19.4.1. Miedziowanie przez wymianę	394
19.4.2. Miedziowanie kontaktowe	394
19.4.3. Miedziowanie katalityczne	394
19.5. Niklowanie	395
19.5.1. Niklowanie przez wymianę	395
19.5.2. Niklowanie kontaktowe	395
19.5.3. Niklowanie chemiczne (katalityczne)	396
19.6. Srebrzenie	398
19.6.1. Srebrzenie przez wymianę	398
19.6.2. Srebrzenie przez redukcję chemiczną	398
19.6.3. Kąpiele do srebrzenia chemicznego	399
19.7. Złocenie	400
Literatura	401

Rozdział 20

Galwaniczne pokrywanie tworzyw sztucznych – 403

20.1. Wiadomości wstępne	404
20.2. Cechy i zastosowanie galwanicznie pokrywanych wyrobów z tworzyw sztucznych	404
20.3. Przyczepność powłok galwanicznych do tworzywa	405
20.4. Wymagania stawiane wyrobom przeznaczonym do galwanicznego pokrywania oraz formom do ich wtrysku	407
20.5. Wymagania stawiane parametrom wtrysku	407
20.6. Przebieg procesu technologicznego	409
20.6.1. Trawienie	410
20.6.2. Neutralizacja	411
20.6.3. Uczulanie	411
20.6.4. Aktywacja	411
20.6.5. Miedziowanie lub niklowanie chemiczne	412
20.6.6. Gruntowanie	412
20.7. Kontrola wyprasek	412
20.7.1. Kontrola wyprasek przed obróbką chemiczną i galwaniczną	413
20.7.2. Kontrola jakości kształtek w czasie obróbki chemicznej	415
20.7.3. Kontrola po chemicznym pokryciu	416
20.8. Badanie powłok	416
20.8.1. Badanie przyczepności na płytkach wzorcowych	416
20.8.2. Badanie przyczepności metodą nacięć kratowych	417
20.8.3. Badanie przyczepności metodą prób termicznych	417
20.9. Urządzenia	417
Literatura	417

Procesy galwanoplastyczne – 419

21.1. Wiadomości ogólne	420
21.2. Model	422
21.3. Warstwy dzielące	425
21.3.1. Warstwy nakładane	425
21.3.2. Warstwy wytwarzane	426
21.4. Warstwy przewodzące	427
21.4.1. Mechaniczne nakładanie warstwy przewodzącej	428
21.4.2. Próżniowe nakładanie warstwy przewodzącej	429
21.4.3. Chemiczne nakładanie warstwy przewodzącej	430
21.5. Gruntowanie – wstępne pokrywanie	432
21.6. Osadzanie powłok	432
21.6.1. Kąpiel formująca do miedziowania	433
21.6.2. Kąpiele formujące do niklowania	433
21.6.3. Zanieczyszczenia kąpeli niklowych	434
21.7. Urządzenia i osprzęt	435
Literatura	436

Rozdział 22

Powłoki konwersyjne – 437

22.1. Wiadomości ogólne	438
Literatura	438
22.2. Fosforanowanie	438
22.2.1. Wprowadzenie	438
22.2.2. Przeznaczenie i stosowanie	439
22.2.3. Rodzaje materiałów	440
22.2.4. Technologia fosforanowania amorficznego	441
22.2.5. Technologia fosforanowania krystalicznego	441
22.2.6. Sposób oceny jakości powłok	442
22.2.7. Tendencje w chemicznej obróbce powierzchni	442
22.2.8. Podsumowanie	444
Literatura	445
22.3. Chromianowanie	445
22.3.1. Cel stosowania i ogólna charakterystyka procesów chromianowania	445
22.3.2. Właściwości powłok chromianowych	447
22.3.3. Technologia chromianowania	448
22.3.4. Chromianowanie cynku i kadmu	450
22.3.5. Chromianowanie miedzi i jej stopów	452
22.3.6. Chromianowanie srebra	452
22.3.7. Chromianowanie aluminium	453
22.3.8. Metody badania powłok chromianowych	454

22.3.9. Normalizacja w zakresie powłok chromianowych	454
Literatura	454
22.4. Anodowanie i barwienie aluminium	455
22.4.1. Proces anodowania	455
22.4.2. Wpływ dodatków stopowych na proces anodowania	456
22.4.3. Typy kąpeli i technologie anodowania	458
22.4.4. Barwienie aluminium	463
Literatura	467
22.5. Oksydowanie stali (czernienie)	467
22.5.1. Właściwości i zastosowanie powłok tlenkowych	467
22.5.2. Typy kąpeli i technologie oksydowania	468
Literatura	471

Rozdział 23

Procesy pomocnicze – 473

23.1. Płukanie	474
23.1.1. Miejsce i cel płukania w procesie obróbki galwanicznej	474
23.1.2. Podstawowe pojęcia, definicje i rodzaje płukania	475
23.1.3. Podstawowe czynniki mające wpływ na przebieg i skuteczność płukania zanurzeniowego	477
23.1.4. Charakterystyka głównych metod płukania	484
23.1.5. Metody obliczania zapotrzebowania wody płuczającej	487
23.1.6. Wytyczne doboru metod płukania w galwanotechnice	494
23.1.7. Bezpośredni odzysk kąpeli galwanicznych	496
Literatura	502
23.2. Suszenie	503
23.2.1. Wstęp	503
23.2.2. Systemy suszenia	503
Literatura	506
23.3. Filtrowanie	506
23.3.1. Wiadomości ogólne	506
23.3.2. Budowa filtrów galwanizerskich	507
23.3.3. Rodzaje filtracji i wydajność procesu	508
23.3.4. Usuwanie z kąpeli zanieczyszczeń organicznych	509
23.3.5. Wkłady filtracyjne współczesnych filtrów galwanizerskich	510
23.3.6. Filtrowanie sprężonego powietrza	510
23.3.7. Podział filtrów galwanizerskich pod względem wydajności	511
23.3.8. Uwagi eksploatacyjne	512

23.3.9. Przykłady rozwiązań konstrukcyjnych filtrów galwanizerskich	512
23.3.10. Materiały filtracyjne	514
Literatura	515

Rozdział 24

Woda w galwanizerni – 517

24.1. Zastosowanie wody w galwanizerni	518
24.1.1. Ilość wody zużywana w galwanizerni	518
24.1.2. Rodzaj wody stosowanej w galwanizerni	518
24.1.3. Materiał konstrukcyjny urządzeń wodnych	519
24.2. Fizyczne i chemiczne wskaźniki jakości wody i niektórych roztworów wodnych	520
24.2.1. Rozpuszczalność soli nieorganicznych w wodzie	520
24.2.2. Rozpuszczalność gazów w wodzie	520
24.2.3. Wskaźniki fizyczne jakości wody	521
24.2.4. Wskaźniki chemiczne jakości wody	521
24.3. Wody naturalne i ich charakterystyka	524
24.3.1. Wody opadowe	524
24.3.2. Wody podziemne	525
24.3.3. Wody powierzchniowe	525
24.4. Metody uzdatniania wody surowej	526
24.4.1. Wprowadzenie	526
24.4.2. Koagulacja oraz sedymentacja i flotacja	526
24.4.3. Filtracja	527
24.4.4. Usuwanie żelaza i manganu	528
24.4.5. Zmiękczenie	529
24.4.6. Demineralizacja	529
24.4.7. Inne metody	532
24.5. Wpływ zanieczyszczeń wody na kąpiele galwaniczne. Dobór jakościowy wody dla potrzeb galwanizerni	533
24.5.1. Uwagi wstępne	533
24.5.2. Wpływ zanieczyszczeń wody na pracę kąpeli galwanicznych	533
24.5.3. Ogólne wytyczne jakościowe dla wody stosowanej w galwanizerniach	537
Literatura	538

Rozdział 25

Oczyszczanie ścieków – 541

25.1. Gospodarka wodno-ściekowa w galwanizerni	542
25.1.1. Wiadomości ogólne	542

25.1.2. Czystsze technologie produkcyjne w galwanizerniach	542	25.10.4. Specjalne metody unieszkodliwiania cyanków	585
25.1.3. Charakterystyka ścieków powstających w galwanizerni	543	25.11. Oddzielanie i przeróbka osadów poneutralizacyjnych	585
25.1.4. Toksyczność ścieków i ochrona środowiska	544	25.11.1. Oddzielanie zawieszin po końcowej neutralizacji ścieków	585
25.2. Konwencjonalne – chemiczne metody oczyszczania ścieków	551	25.11.2. Zagęszczanie i odwadnianie osadów	587
25.2.1. Ścieki cyankowe	551	25.11.3. Unieszkodliwianie osadów i problem ich składowania	588
25.2.2. Ścieki chromowe	553	25.11.4. Likwidacja starych galwanizerni i oczyszczalni ścieków	593
25.2.3. Ścieki kwaśne i alkaliczne	554	25.12. Nadzór i kontrola techniczno-ruchowa	594
25.2.4. Inne rodzaje ścieków	558	25.12.1. Sposoby i urządzenia do regulacji i kontroli procesów unieszkodliwiania ścieków	594
25.2.5. Oczyszczalnie ścieków z galwanizerni	560	25.12.2. Obsługa oczyszczalni ścieków galwanizerskich	597
25.3. Oczyszczanie ścieków metodami tzw. bezpośrednimi	564	Literatura	600
25.3.1. Metoda zintegrowana (metoda Lancy)	564		
25.3.2. Metoda FKJA/LAFT	565		
25.4. Zastosowanie metod wymiany jonowej	566		
25.4.1. Zasada procesu	566		
25.4.2. Oczyszczanie ścieków	566		
25.4.3. Regeneracja kąpieli technologicznych	570		
25.4.4. Odzysk metali i innych surowców ze ścieków	571		
25.5. Zastosowanie metod membranowych	572		
25.5.1. Odwrócona osmoza (OO)	572		
25.5.2. Mikro (MF)- i ultrafiltracja (UF)	573		
25.5.3. Elektrodializa (ED)	575		
25.5.4. Inne metody membranowe	577		
25.6. Metody elektrochemiczne	577		
25.6.1. Elektrolityczne metody utleniania cyanków i redukcji chromu Cr(VI)	577		
25.6.2. Odzysk i regeneracja metodami elektrolitycznymi	578		
25.6.3. Odzysk metali z roztworów rozcieńczonych	579		
25.7. Zastosowanie ozonu do unieszkodliwiania cyanków	580		
25.8. Metody termiczne	581		
25.8.1. Odzysk kąpieli galwanicznych przez odparowanie	581		
25.8.2. Termiczne metody unieszkodliwiania cyanków	583		
25.8.3. Inne zastosowania metod termicznych	583		
25.9. Metody strąceniowe	584		
25.10. Inne metody	584		
25.10.1. Zastosowanie węgla aktywnego	584		
25.10.2. Krystalizacja	584		
25.10.3. Cementacja	585		

Rozdział 26

Charakterystyka substancji wydzielanych do atmosfery w procesach galwanicznych i sposoby ich unieszkodliwiania – 603

26.1. Wstęp	604
26.2. Metody określania emitowanych substancji	604
26.3. Problem redukcji emisji z urządzeń galwanicznych	610
26.4. Uwarunkowania prawne w ochronie powietrza	611
Literatura	612

Rozdział 27

Badania jakości kąpieli – 613

27.1. Współzależność jakości powłok i właściwości kąpieli	614
27.2. Metody badania wydajności elektrodowych	614
27.3. Metody badania naprężeń własnych w powłokach galwanicznych	616
27.4. Badania właściwości kąpieli związanych z rozdziałem prądu i metalu	618
27.4.1. Pojęcia podstawowe	618
27.4.2. Metody badań właściwości kąpieli	622
27.5. Badanie niektórych właściwości fizycznych kąpieli	631
Literatura	633

Rozdział 28

Badanie jakości powłok galwanicznych – 635

28.1. Kontrola statystyczna	636
28.1.1. Uwagi ogólne	636
28.1.2. Podstawy teoretyczne kontroli statystycznej	636
28.1.3. Zastosowanie kontroli statystycznej w galwanotechnice	641
Literatura	644
28.2. Wady powłok galwanicznych i metody ich oceny	644
28.2.1. Cel stosowania oceny wyglądu zewnętrznego	644
28.2.2. Czynniki brane pod uwagę przy ocenie wzrokowej	644
28.2.3. Wzorce jakości powierzchni	644
28.2.4. Sposób przeprowadzania oględzin powierzchni	645
28.2.5. Typowe rodzaje wad i kwalifikacja wyrobów	645
Literatura	648
28.3. Badanie grubości powłok	648
28.3.1. Uwagi ogólne	648
28.3.2. Metody niszczące	650
28.3.3. Metody nieniszczące	658
Literatura	668
28.4. Badanie szczelności (porowatości) powłok	669
28.4.1. Definicje, klasyfikacja i przyczyny powstawania nieszczelności w powłokach	669
28.4.2. Zakres stosowania i przydatność badań szczelności	670
28.4.3. Klasyfikacja metod badań szczelności powłok	671
28.4.4. Metody chemiczne	671
28.4.5. Metody elektrochemiczne	674
28.4.6. Metody fizyczne	677
Literatura	677
28.5. Badanie przyczepności powłok	677
28.5.1. Uwagi ogólne	677
28.5.2. Metody jakościowe	677
28.5.3. Metody ilościowe	682
28.5.4. Metody ilościowe	682
Literatura	683
28.6. Badanie właściwości fizycznych powłok	684
28.6.1. Badanie połysku	684
28.6.2. Badanie chropowatości	686
28.6.3. Badanie twardości	688
28.6.4. Badanie plastyczności	689
28.6.5. Badania odporności na zużycie (ścieralności)	691

28.6.6. Badanie właściwości elektrycznych	693
28.6.7. Badanie lutowości	695
Literatura	695

Rozdział 29

Badania korozyjne – 697

29.1. Cel prowadzenia badań korozyjnych	698
29.2. Klasyfikacja metod badań odporności korozyjnej powłok galwanicznych	699
29.3. Czynniki wpływające na wyniki badań korozyjnych	699
29.4. Ogólne zasady przeprowadzania badań odporności korozyjnej	699
29.5. Badania korozji laboratoryjne – przyspieszone	703
29.5.1. Dobór rodzaju badań	703
29.5.2. Warunki prowadzenia badań	703
29.5.3. Metody badań przyspieszonych	704
29.6. Badania korozji atmosferycznej (badania polowe)	709
29.7. Badania korozyjne w warunkach użytkowania i magazynowania	709
29.8. Normalizacja metod badań korozji ...	710
29.9. Relacja między wynikami przyspieszonych badań laboratoryjnych i wynikami badań w naturalnych warunkach korozji atmosferycznej	710
Literatura	711

Rozdział 30

Zasady projektowania galwanizerni – 713

30.1. Wiadomości ogólne	714
30.1.1. Wybór typu galwanizerni	714
30.1.2. Lokalizacja galwanizerni	715
30.1.3. Wybór miejsca na lokalizację galwanizerni w obszarze istniejącego zakładu przemysłowego	715
30.1.4. Rozplanowanie pomieszczeń w galwanizerni	718
30.1.5. Ocena projektu galwanizerni	719
30.2. Zasady projektowania wyrobów pod kątem procesów galwanicznych	720

Rozdział 31

Bezpieczeństwo i higiena pracy – 729

31.1. Wstęp	730
31.2. Informacje ogólne	730

31.3.	Ogólne zalecenia dotyczące gospodarowania truciznami	732
31.4.	Uwagi dotyczące pracy w galwanizerni	733
31.5.	Ratowanie zatrutych cyjankami	733
31.5.1.	Zabiegi wykonywane przez przypadkowego ratownika	733
31.5.2.	Zabiegi wykonywane przez pielęgniarkę	734
31.5.3.	Zabiegi stosowane przez lekarza	734
	Literatura	742

Rozdział 32

Tabele pomocnicze – 743

Rozdział 33

Stan polskiej galwanotechniki 2002 – 765

33.1.	Struktura zakładów galwanicznych ...	766
33.2.	Główne problemy rozwoju	769
33.3.	Charakterystyka procesów galwanicznych stosowanych w polskim przemyśle	770
33.4.	Kierunki rozwoju galwanotechniki ...	773
	Literatura	775

Literatura ogólna	777
-------------------------	-----

Skorowidz rzeczowy	781
--------------------------	-----