



Spis treści

Wprowadzenie	9
1. Rys historyczny rozwoju materiałów ściernych	13
Literatura do rozdziału pierwszego	23
2. Zadania obróbki ścierniej oraz rola w niej materiałów ściernych i polerskich	25
2.1. Wykorzystanie luźnego ścierniwa w obróbce strumieniowo-ścierniej	28
2.2. Wykorzystanie luźnego proszku magnetyczno-ściernego	31
2.3. Obróbka ścierna materiałami ściernymi i polerskimi luźno związanymi	33
2.3.1. Docieranie ściernie	33
2.3.2. Polerowanie ściernie	36
2.3.3. Obróbka przetłoczno-ścierna	43
2.4. Materiały ściernie w pojemnikowej obróbce powierzchni	47
2.5. Obróbka ścierna ścierniwem spójnym	53
2.5.1. Ściernice i segmenty ściernie z tradycyjnych materiałów ściernych	54
2.5.1.1. Sposoby do wiązania tradycyjnych ścierniw w spójne narzędzia ściernie	58
2.5.2. Narzędzia ściernie z materiałów ściernych supertwardych	65
2.5.2.1. Sposoby do wiązania supertwardych ścierniw w narzędzia ściernie	70
2.5.3. Obciągacze diamentowe	77
2.5.4. Wyroby ściernie nasypowe	80
2.5.4.1. Rodzaje wyrobów ściernych nasypowych	85
2.5.5. Włókniny ściernie	88
Literatura do rozdziału drugiego	92
3. Ogólne wiadomości o materiałach ściernych	95
3.1. Podział materiałów ściernych	102
Literatura do rozdziału trzeciego	103
4. Materiały ściernie i polerskie pochodzenia naturalnego	105
4.1. Diament naturalny	107
4.2. Korund naturalny i szmergiel	110

4.3.	Granat	113
4.4.	Inne naturalne materiały ściernie do obróbki strumieniowo-ścierniej	117
4.5.	Naturalne krzemionkowe materiały ściernie	120
4.5.1.	Pasek kwarcowy	121
4.5.2.	Mączki kwarcowe	123
4.5.3.	Krystobalit	125
4.5.4.	Ziemia okrzemkowa, diatomit, trypla polska	127
4.5.5.	Krzemień	131
4.5.6.	Pumeks	132
4.6.	Inne naturalne materiały polerskie	137
	Literatura do rozdziału czwartego	139
5.	Materiały ściernie supertwarde	141
5.1.	Diamant syntetyczny	142
5.1.1.	Właściwości diamentu jako materiału ściernego	142
5.1.2.	Proces otrzymywania diamentów syntetycznych	145
5.1.2.1.	Statyczna metoda wytwarzania diamentów w warunkach wysokiego ciśnienia i wysokiej temperatury	146
5.1.2.2.	Diamenty wytwarzane w dynamicznych warunkach ciśnienia i temperatury	153
5.2.	Regularny azotek boru	156
5.2.1.	Właściwości regularnego azotku boru jako materiału ściernego	157
5.2.2.	Proces wytwarzania regularnego azotku boru	159
5.3.	Wytwarzanie ścierni supertwardych materiałów ściernych	163
5.3.1.	Segregacja ziaren supertwardych pod względem wielkości	167
5.3.2.	Segregacja ziaren supertwardych pod względem kształtu	173
5.3.3.	Powlekanie powierzchni ziaren supertwardych	177
5.4.	Klasyfikacja gatunków ścierni supertwardych	184
5.4.1.	Gatunki ścierni diamentowych	186
5.4.2.	Gatunki ścierni regularnego azotku boru	196
5.5.	Zakres stosowania ścierni diamentu i regularnego azotku boru w obróbce ścierniej	204
	Literatura do rozdziału piątego	207
6.	Tradycyjne materiały ściernie	211
6.1.	Węgiel krzemu	212
6.1.1.	Właściwości węgla krzemu jako materiału ściernego	213
6.1.2.	Proces syntezy węgla krzemu w piecach Achesona	217
6.1.3.	Technologia produkcji węgla krzemu w piecu Achesona	219
6.1.3.1.	Przygotowanie wsadu reakcyjnego	220
6.1.3.2.	Piece do syntezy węgla krzemu i ich załadunek	222
6.1.3.3.	Przebieg procesu syntezy węgla krzemu w piecu Achesona	227
6.1.3.4.	Otrzymywanie zielonego węgla krzemu	233
6.1.3.5.	Charakterystyka produktów syntezy węgla krzemu w piecu Achesona	234
6.2.	Elektrokorundy	240
6.2.1.	Elektrokorund zwykły	242
6.2.1.1.	Podstawy teoretyczne otrzymywania elektrokorundu zwykłego	243
6.2.1.2.	Technologia produkcji elektrokorundu zwykłego	246
6.2.1.3.	Blok elektrokorundu zwykłego – skład chemiczny i mineralny	254
6.2.2.	Elektrokorund półszlachetny	257
6.2.3.	Elektrokorund szlachetny	259
6.2.3.1.	Otrzymywanie elektrokorundu szlachetnego	261
6.2.3.2.	Krystalizacja bloku elektrokorundu szlachetnego	266
6.2.4.	Elektrokorund sferyczny (pęcherzykowy)	270
6.2.5.	Elektrokorund chromowy	274
6.2.6.	Elektrokorund tytanowy	279
6.2.7.	Elektrokorund cyrkonowy	283

6.2.7.1.	Otrzymywanie elektrokorundu cyrkonowego	289
6.2.7.2.	Zastosowanie elektrokorundu cyrkonowego	291
6.2.8.	Monokorund	291
6.2.8.1.	Proces wytopu monokorundu	293
6.2.8.2.	Proces otrzymywania ziarna monokorundu	296
6.3.	Węglik boru	297
6.3.1.	Charakterystyka węgla bora	297
6.3.2.	Otrzymywanie węgla bora	300
	Literatura do rozdziału szóstego	303
7.	Spiekane korundowe materiały ściernie	309
7.1.	Klasyczne korundy spiekane	310
7.1.1.	Charakterystyka ścierniwi zwykłych korundów spiekanych	312
7.2.	Mikrokryształiczny i nanokryształiczny korund spiekany	314
7.2.1.	Otrzymywanie mikrokryształicznych i nanokryształicznych korundów spiekanych	315
7.2.2.	Kształty ziaren mikrokryształicznego i nanokryształicznego korundu spiekanego	321
7.2.3.	Otrzymywanie korundów spiekanych o regularnych kształtach ziaren	325
7.2.4.	Charakterystyka ścierniwi mikrokryształicznych i nanokryształicznych korundów spiekanych ..	330
7.3.	Tlenoazotek glinu (AION)	335
7.3.1.	Właściwości i zastosowanie ziaren ściernych AION	337
	Literatura do rozdziału siódmego	340
8.	Inne materiały ściernie	343
8.1.	Węgliki i borki metali przejściowych jako materiały ściernie	344
8.1.1.	Metody wytwarzania węglików i borków metali przejściowych	347
8.1.2.	Możliwości wykorzystania węglików i borków metali przejściowych w obróbce ścierniej ..	350
8.2.	Materiały magnetyczno-ściernie	353
8.2.1.	Wpływ rodzaju materiału magnetyczno-ściernego na efekty obróbki	359
8.3.	Ścierniwa żużłowe	361
8.3.1.	Procesy powstawania żużli	363
8.3.2.	Przeróbka żużli na ścierniwo	366
8.3.3.	Charakterystyka ścierniwi żużłowych	372
8.3.4.	Zakres zastosowań ścierniwi żużłowych w obróbce ścierniej	379
	Literatura do rozdziału ósmego	380
9.	Syntetyczne materiały polerskie – proszki polerskie	383
9.1.	Przegląd materiałów polerskich	385
9.2.	Tlenek glinu	386
9.2.1.	Otrzymywanie polerskiego tlenku glinu	387
9.2.2.	Charakterystyka i zastosowanie polerskich tlenków glinu	389
9.3.	Tlenek chromu	393
9.4.	Tlenek ceru	396
9.4.1.	Otrzymywanie tlenku ceru i jego właściwości	396
9.4.2.	Zastosowanie tlenku ceru w procesach polerowania szkła	400
9.5.	Krzemionka koloidalna	402
9.6.	Inne materiały polerskie	407
	Literatura do rozdziału dziewiątego	409
10.	Wytwarzanie ziaren i mikroziaren ściernych	413
10.1.	Rozdrabnianie	414
10.1.1.	Wpływ procesu rozdrabniania na uziarnienie i kształt ziaren ściernych	415
10.2.	Obróbka chemiczna	421
10.3.	Odwadnianie, suszenie i chłodzenie ziarna	422
10.4.	Separacja magnetyczna ziarna	423

10.4.1. Separatory magnetyczne stosowane do separacji materiałów ściernych	425
10.5. Przesiewanie	426
10.6. Klasyfikacja kształtowa	431
10.6.1. Metoda równi pochylej	432
10.7. Mikroziarna ściernie	435
10.7.1. Otrzymywanie mikroziarna	437
10.7.2. Klasyfikacja wymiarowa mikroziarna ściernego	441
Literatura do rozdziału dziesiątego	446

11. Właściwości materiałów ściernych i metody ich badań 449

11.1. Przygotowanie próbek ścierniwi do badań	449
11.2. Wielkość ziarna	451
11.2.1. Normalizacja uziarnienia ścierniwi	453
11.2.1.1. Określenie składu granulometrycznego makroziarna ściernego	453
11.2.2. Skład granulometryczny mikroziarna ściernego	457
11.2.2.1. Określanie składu ziarnowego mikroziarna metodą sedymentacyjną	460
11.2.3. Optyczno-elektroniczne metody pomiaru uziarnienia ścierniwi	463
11.3. Kształt ziaren ścierniwi	467
11.3.1. Określenie kształtu ziaren ściernych	468
11.3.1.1. Ilościowe metody oceny kształtu ziaren ściernych	470
11.3.2. Parametry geometryczne ostrzy ziaren ściernych	474
11.3.3. Techniki pomiaru kształtu ziaren ściernych	478
11.3.4. Wpływ kształtu ziarna ściernego na jego właściwości	480
11.3.4. Wpływ kształtu ziarna ściernego na właściwości narzędzi ściernych	482
11.3.5. Ogólne zalecenia dotyczące wykorzystania ścierniwi o różnym kształcie ziaren	484
11.4. Gęstość materiałów ściernych	485
11.4.1. Oznaczanie gęstości w piknometrze cieczowym	485
11.4.2. Oznaczanie gęstości w piknometrze gazowym	486
11.5. Gęstość nasypowa ścierniwi	488
11.5.1. Oznaczanie gęstości nasypowej ziarna ściernego	491
11.6. Kapilarność (zwilżalność) ziaren ściernych	493
11.6.1. Wykonywanie badania zwilżalności	496
11.7. Określanie zawartości frakcji magnetycznej w ziarnie ściernym	496
11.7.1. Fizyczne metody określania zawartości frakcji magnetycznej	497
11.7.2. Metody fizyczno-mechaniczne	498
11.7.3. Porównanie metod oznaczania frakcji magnetycznej w ścierniwi	499
11.8. Właściwości mechaniczne materiałów ściernych	500
11.8.1. Twardość materiałów ściernych	500
11.8.1.1. Metoda Vickersa i Knoopa	501
11.8.1.2. Twardość Mohsa	506
11.8.2. Wytrzymałość na ścislenie ziaren ściernych	508
11.8.3. Kruchość dynamiczna (ciągliwość) ścierniwi	512
11.8.4. Udamność ziaren ściernych	517
11.9. Właściwości technologiczne ścierniwi	519
11.9.1. Zdolność ścierna	520
11.9.2. Skrawność ziaren ściernych	522
11.10. Skład chemiczny ścierniwi i ich chemiczne zużywanie się w procesie obróbki ścierniej	524
11.10.1. Chemiczne zużywanie się ścierniwi w czasie obróbki ścierniej	526
11.10.1.1. Chemiczne oddziaływanie materiału ściernego z materiałem obrabianym	528
11.10.1.2. Chemiczne oddziaływanie środowiska strefy szlifowania na materiał ścierny	530
Literatura do rozdziału jedenastego	532