

zos, ya que son éstos los factores a controlar, si se quiere asegurar la continuidad de beneficios. También se da información suficiente sobre aplicaciones de la cerámica fina.

El autor desea expresar su reconocimiento por la generosa ayuda prestada por muchos industriales al suministrar información o revisar algunos capítulos del manuscrito. A R. C. Jackson, de la Stylon Corp., y J. V. Fitzgerald, del Tile Council of America, por su contribución a la búsqueda de información al día sobre la industria de baldosas.

A W. R. Prindle, de la Ferro Corporation, por su revisión de los capítulos sobre colores. A N. F. Asbury y A. Dinsdale, de la British Ceramic Research Society, por su valiosísima información sobre los últimos adelantos británicos. A T. G. Birks y G. O. Horley, de la Royal Doulton por su amabilidad al informar sobre los progresos más recientes en la fabricación de porcelana de huesos. A J. E. Baily, de la Morganite Research and Development Ltd., por su aportación referente a los nuevos refractarios. A varios miembros de la American Standard, Inc., particularmente a J. J. Decker, J. R. Finlayson, Stanley Warshaw, G. W. Phelps y P. Cucka. A William Salsbury, de Syracuse China Co., por sus informes sobre perfeccionamientos en la industria de la porcelana de hotel. Entre otros que han cooperado eficazmente en la obtención de datos, puedo citar a Tom Vasilos, en la Arco Corp., a George Economos, de la Allen-Bradley Co., a H. W. Thiemecke, de la Homer-Laughlin China Co., a R. L. Green, de Lenox, a Bernard Schwartz, de I.B.M. y a M. Lepie, de Ratheon.

Además, varios particulares y empresas han proporcionado muchas de las ilustraciones del libro. Cada una de estas aportaciones ha sido agradecida en particular.

El autor agradece especialmente al Dr. Karl Schwartzwalder la lectura del manuscrito y sus valiosas sugerencias para mejorarlo.

F. H. Norton

Índice de materias

PRÓLOGO v

1 Introducción 1

- 1.1 Evolución de la cerámica fina 1
- 1.2 Campo de la cerámica fina 1
- 1.3 Cerámicas no comprendidas en este libro 3
- 1.4 Bibliografía sobre la cerámica fina 3

2 Evaluación histórica de la cerámica fina 8

- 2.1 Introducción 8
- 2.2 Cerámicas primitivas 9
- 2.3 Adelantos técnicos en Inglaterra 10
- 2.4 Evolución en los Estados Unidos 11
- 2.5 Evolución de los procedimientos y de las máquinas 13
- 2.6 Resumen 19
- REFERENCIAS 19

3 Estadísticas de la industria de la cerámica fina en los Estados Unidos 20

- 3.1 Introducción 20
- 3.2 Situación en la economía 20
- 3.3 Panorama y descripción económica de las diversas ramas de la cerámica fina 21
- 3.4 Situación de las fábricas de cerámica fina en Estados Unidos 23
- 3.5 La competencia de las importaciones 23
- 3.6 Competencia de otros productos 26
- 3.7 Resumen 26

4 Caolín 27

- 4.1 Introducción 27
- 4.2 Origen del caolín 27
- 4.3 Depósitos de caolín en el mundo 29
- 4.4 Beneficio y tratamiento 35
- 4.5 Composición química 37
- 4.6 Minerales del caolín 40
- 4.7 Propiedades físicas 45
- 4.8 Estadísticas de producción 47
- 4.9 Resumen 48
- REFERENCIAS 49

5 Arcillas grasas y otras arcillas para alfarería 51

- 5.1 Introducción 51
- 5.2 Arcillas grasas 51
- 5.3 Yacimientos de arcilla grasa 53
- 5.4 Beneficio y tratamiento de las arcillas grasas 54
- 5.5 Composición de las arcillas grasas 56
- 5.6 Propiedades físicas de las arcillas grasas sin lavar 62
- 5.7 Producción y precios de las arcillas grasas 65
- 5.8 Arcillas de gres 65
- 5.9 Arcillas de cochura roja 66
- 5.10 Hallosita 67
- 5.11 Bentonita 67
- 5.12 Pastas naturales 67
- 5.13 Conclusión 68
- REFERENCIAS 68

6 Talco, pirofilita y wollastonita 70

- 6.1 Introducción 70
- 6.2 Talco 70
- 6.3 Pirofilita 75
- 6.4 Wollastonita 75
- 6.5 Resumen 76
- REFERENCIAS 76

7 Feldespatos y otros fundentes 78

- 7.1 Introducción 78
- 7.2 Mineralogía del feldespato 79
- 7.3 Otros fundentes 81
- 7.4 Yacimientos 83
- 7.5 Beneficio y molienda 85
- 7.6 Composición de los feldespatos 86
- 7.7 Producción y coste 90
- 7.8 Resumen 90
- REFERENCIAS 90

8 Materiales no plásticos y otras materias primas 92

- 8.1 Introducción 92
- 8.2 Cuarzo 93
- 8.3 Sílex 94
- 8.4 Otros minerales 95
- 8.5 Materiales de adición 96
- 8.6 Óxidos 96
- 8.7 Reactivos inorgánicos 98
- 8.8 Materiales orgánicos 98
- 8.9 Resumen 100
- REFERENCIAS 100

9 Moldeo de la cerámica con pastas líquidas o barbotinas 101

- 9.1 Introducción 101
- 9.2 Propiedades de las suspensiones acuosas 102
- 9.3 Moldes de escayola 110
- 9.4 El proceso normal de colada 116
- 9.5 Moldeo por presión 124
- 9.6 Resumen 126
- REFERENCIAS 126

10 Formación de masas plásticas 130

- 10.1 Introducción 130
- 10.2 Principios de reología 130
- 10.3 Propiedades del flujo de las pastas mineral-agua 133
- 10.4 Métodos de formación 143
- 10.5 Resumen 154
- REFERENCIAS 154

11 Secado y acabado 157

- 11.1 Introducción 157
- 11.2 Mecanismo del secado 157
- 11.3 Secado de las piezas de cerámica 165
- 11.4 Secado en masa 169
- 11.5 Secadores para tipos concretos de cerámica 171
- 11.6 Acabado 172
- REFERENCIAS 176

12 Pastas de cerámica fina 178

- 12.1 Introducción 178
- 12.2 Pastas triaxiales 178
- 12.3 Otras pastas para vajillas de mesa 181
- 12.4 Pastas para cerámica artística 182
- 12.5 Pastas para baldosas 182
- 12.6 Pastas de baja dilatación 182
- 12.7 Pastas eléctricas y magnéticas 183
- 12.8 Pastas refractarias 183
- 12.9 Resumen 184
- REFERENCIAS 184

13 Vidriados 185

- 13.1 Introducción 185
- 13.2 Naturaleza del vidriado 185
- 13.3 Vidriados crudos 188
- 13.4 Vidriados fritados 190
- 13.5 Vidriados especiales 191
- 13.6 Superficie de los vidriados 197
- 13.7 Opacidad del vidriado 198
- 13.8 Dureza y resistencia a la abrasión 199
- 13.9 Resistencia química 199
- 13.10 Resumen 200
- REFERENCIAS 200

14 Los colores en la cerámica 202

- 14.1 Introducción 202
- 14.2 El color y su medida 204
- 14.3 Colores en solución 207
- 14.4 Colores en solución en los vidriados 210
- 14.5 Colores coloidales 211
- 14.6 Colores en los cristales 212
- 14.7 Colorantes cerámicos 213
- 14.8 Cristales coloreados 214
- 14.9 Fabricación de colorantes cerámicos 214
- 14.10 Colores, rojo, rosado y marrón 216
- 14.11 Colores anaranjados y amarillos 220
- 14.12 Colores verdes 223
- 14.13 Colores azules y púrpura 223
- 14.14 Colores pardos y tostados 225
- 14.15 Grises y negros 226
- 14.16 Aplicación de los colorantes cerámicos 226
- 14.17 Resumen 227
- REFERENCIAS 230

15 Efecto del calor en las arcillas y otros minerales 234

- 15.1 Introducción 234
- 15.2 Métodos piroquímicos 234

- 15.3 Influencia del calor en la caolinita 238
- 15.4 Influencia del calor en otros minerales de caolinita 241
- 15.5 Montmorillonita 242
- 15.6 Alúminas hidratadas 242
- 15.7 Formas de la sílice 243
- 15.8 Feldespatos 246
- 15.9 Talco 247
- 15.10 Pirofilita 248
- 15.11 Moscovita 248
- 15.12 Cal y magnesio 248
- 15.13 Minerales de cianita 250
- 15.14 Wollastonita 252
- 15.15 Sulfato de bario 252
- 15.16 Resumen 252
- REFERENCIAS 252

16 Efecto del calor en las pastas de cerámica fina 255

- 16.1 Introducción 255
- 16.2 Medios para estudiar la microestructura 255
- 16.3 La pasta antes de la cochura 256
- 16.4 Reacciones que ocurren al cocer las pastas triaxiales 257
- 16.5 Factores que influyen en la maduración de las pastas triaxiales 264
- 16.6 Fundentes como auxiliares de la vitrificación 268
- 16.7 Pastas de talco 269
- 16.8 Cochura de la porcelana de huesos («bone china») 272
- 16.9 Cochura de otras pastas que contienen vidrio 272
- 16.10 Cochura de porcelanas especiales 274
- 16.11 Resumen 274
- REFERENCIAS 275

17 Propiedades y fases del vidriado 278

- 17.1 Introducción 278
- 17.2 Propiedades del vidrio a elevada temperatura 278
- 17.3 El vidriado en fusión 282
- 17.4 El vidriado durante el enfriamiento 285
- 17.5 Defectos en el vidriado 287
- 17.6 Resumen 288
- REFERENCIAS 288

18 Hornos 290

- 18.1 Introducción 290
- 18.2 Hornos intermitentes 291
- 18.3 Hornos rotativos 294
- 18.4 Hornos de túnel, sobre raíles, de caldeo directo 294
- 18.5 Hornos de túnel con vía y mufla 300
- 18.6 Hornos de túnel, con vías y caldeo eléctrico 302
- 18.7 Hornos continuos especiales 304
- 18.8 Control de la temperatura 306

- 18.9 Control de la atmósfera 308
- 18.10 Capacidad de producción 308
- 18.11 Resumen 308
- REFERENCIAS 309

19 Cerámica semivítrea 310

- 19.1 Introducción 310
- 19.2 Características de la cerámica semivítrea 311
- 19.3 Fabricación 311
- 19.4 La industria y el sindicato 320
- 19.5 Estudio de mercados 322
- REFERENCIAS 322

20 Porcelana de hotel 324

- 20.1 Introducción 324
- 20.2 Composición de la pasta 324
- 20.3 Vidriado 325
- 20.4 Fabricación 326
- 20.5 Mercado 330
- 20.6 Competencia 330
- 20.7 Resumen 332
- REFERENCIAS 332

21 Porcelana dura 333

- 21.1 Introducción 333
- 21.2 La pasta 333
- 21.3 El vidriado 334
- 21.4 Fabricación 335
- 21.5 Mercado 341
- 21.6 Resumen 341
- REFERENCIAS 341

22 Porcelana de huesos 343

- 22.1 Introducción 343
- 22.2 Fabricación de vajilla de mesa de porcelana de huesos 344
- 22.3 Mercado de la porcelana de huesos 350
- REFERENCIAS 352

23 Cerámica de cocina 353

- 23.1 Introducción 353
- 23.2 Cuencos y recipientes de mezclado 353
- 23.3 Condiciones de las piezas para el horno 354
- 23.4 Vajilla resistente a la llama 355
- 23.5 Materiales en competencia 356

- 23.6 Comercialización 356
- 23.7 Resumen 356
- REFERENCIAS 356

24 Artículos sanitarios vitrificados 358

- 24.1 Introducción 358
- 24.2 El producto 359
- 24.3 Proceso de fabricación 359
- 24.4 Mercado 365
- 24.5 Tendencia de la industria 365
- REFERENCIAS 367

25 Baldosas 369

- 25.1 Introducción 369
- 25.2 Aplicaciones de las baldosas 369
- 25.3 La pasta de las baldosas 370
- 25.4 El vidriado de las baldosas para paredes 371
- 25.5 El proceso de fabricación 372
- 25.6 Dimensiones y tolerancias 377
- 25.7 Colocación de las baldosas 378
- 25.8 Mercado 379
- 25.9 Competencia de las importaciones 380
- 25.10 Otros productos competitivos 380
- 25.11 Resumen 381
- REFERENCIAS 382

26 Porcelanas eléctricas de alta tensión 384

- 26.1 Introducción 384
- 26.2 La pasta 385
- 26.3 El vidriado 386
- 26.4 Fabricación 386
- 26.5 Medidas y especificaciones 393
- 26.6 Ventas 393
- 26.7 Resumen 393
- REFERENCIAS 395

27 Aisladores de porcelana de baja tensión 396

- 27.1 Introducción 396
- 27.2 La pasta 396
- 27.3 El vidriado 396
- 27.4 El producto 397
- 27.5 Fabricación 397
- 27.6 Ventas 404
- REFERENCIAS 404

28 Cerámica eléctrica especial 405

- 28.1 Introducción 405
- 28.2 Porcelanas de esteatita 408
- 28.3 Pastas ferroeléctricas 412
- 28.4 Materiales ferromagnéticos 414
- 28.5 Mica ligada con vidrio 418
- 28.6 Elementos eléctricos de caldeo, no metálicos 420
- 28.7 Termistores 421
- 28.8 Cerámica conductora 421
- 28.9 Materiales cerámicos piezoeléctricos 422
- 28.10 Antenas para radar 422
- 28.11 Dieléctricos de alúmina 423
- 28.12 Resumen 426
- REFERENCIAS 427

29 Refractarios especiales 430

- 29.1 Introducción 430
- 29.2 Fabricación de refractarios finos de alúmina 433
- 29.3 Refractarios de berilia 449
- 29.4 Refractarios de MgO sinterizados 450
- 29.5 Artículos de circonia sinterizada 451
- 29.6 Mullita sinterizada 452
- 29.7 Otros óxidos sinterizados 453
- 29.8 Carburos refractarios 455
- 29.9 Boruros refractarios 457
- 29.10 Nitruros refractarios 457
- 29.11 Siliciuros refractarios 457
- 29.12 Resumen 457
- REFERENCIAS 458

30 Otros productos y procesos 461

- 30.1 Introducción 461
- 30.2 Porcelana («china») de frita 461
- 30.3 Porcelana refractaria 463
- 30.4 Gres químico 464
- 30.5 Porcelana dental 465
- 30.6 Biocerámica 469
- 30.7 Pastas para cerámica artística 469
- REFERENCIAS 471

APÉNDICE

- Tabla A.1 Tabla de conversión de temperaturas 473
- Tabla A.2 Puntos extremos de los conos pirométricos Orton 474
- Tabla A.3 Datos de calibrado normal para termopares de platino y de platino aleado con 10 % de rodio 475
- Tabla A.4 Pesos equivalentes de materiales corrientes en cerámica 476

- Tabla A.5 Símbolos y unidades 477
- Tabla A.6 Tabla de equivalencia de contracción 478
- Tabla A.7 Vidriados de plomo crudo, composición en partes 480
- Tabla A.8 Vidriados de porcelana 480
- Tabla A.9 Vidriados Bristol 480
- Tabla A.10 Vidriados fritados. Composición en porcentaje 481

ÍNDICE DE AUTORES 483

ÍNDICE ALFABÉTICO 457