

LA ARCILLA ILLITICA EN LA OBTENCION DE PORCELANAS DE ALTA RESISTENCIA MECANICA. IV. MATERIALES EN CUYA COMPOSICION INTERVIENE EL CAOLIN DE PUERTO DEL BARQUERO (LA CORUÑA)⁽¹⁾

J. M.^a GONZALEZ PEÑA
F. SANDOVAL DEL RÍO

Instituto de Cerámica y Vidrio, C.S.I.C. Arganda del Rey (Madrid)

RESUMEN

Se da cuenta de los resultados obtenidos en el estudio del efecto de la modificación en el componente plástico en pastas de porcelana de alta alúmina, en cuya composición interviene el caolín de Puerto del Barquero (La Coruña); es éste un caolín cerámico rico en haloisita.

El efecto de la presencia de arcilla es, respecto a las series estudiadas ya, máximo en la que aquí se considera. En las porcelanas de la misma se logran aumentos de resistencia mecánica a la flexión de hasta 87 MPa.

En el conjunto de ensayos a que se refiere esta serie de trabajos se obtienen porcelanas con resistencia mecánica de hasta 257 MPa, resultados óptimos si se comparan con los conseguidos en estudios similares de otros autores.

El efecto estudiado puede tener relación, por una parte, con una variación en la relación mútua de las partículas al comenzar las reacciones y, por otra, con una modificación en las condiciones de flujo plástico durante la cocción.

Según nuestros resultados, no es el valor de la superficie específica de una arcilla la propiedad a tener en cuenta para estos usos sino concretamente su finura cristalina.

The illitic clay as a raw material for high strength porcelain. IV. Illitic clay ceramic bodies including Puerto Barquero (La Coruña) kaolin

The effect of the partial substitution of illitic clay for kaolin on the properties of high alumina porcelain and, more specifically on their flexural strength was studied.

The compositions were prepared with Puerto del Barquero (La Coruña) kaolin. This is an halloysite rich kaolin.

The above substitution has the effect of increasing the flexural strength of the body as compared to the original kaolinite body. The increase ranges between 33 and 87 MPa. The maximum strength achieved is 257 MPa, that is higher than those previously reported in literature.

According to the results the specific surface area of the clay is not the property which determine the flexural strength of the porcelain but its crystalline fineness.

This fineness may improve the contact area between the particles in the first stage of the reaction when the illitic clay is substituted by kaolin.

L'argile illitique dans l'obtention de porcelaines a haute résistance mécanique. IV. Matières dans la composition desquelles intervient le kaolin de Puerto del Barquero (La Corogne)

Il est rendu compte des résultats obtenus lors de l'étude de l'effet de la modification du composant plastique dans des pâtes de porcelaine a teneur élevée en alumine dans la composition desquelles intervient le kaolin de Puerto del Barquero (La Corogne). Il s'agit d'un kaolin céramique riche en haloisite.

Par rapport aux séries que les auteurs ont étudiées, l'effet de la présence d'argile est ici a son maximum. Dans les porcelaines de cette série, on atteint des augmentations de résistance mécanique a la flexion allant jusqu'à 87 MPa.

Dans l'ensemble d'essais sur lequel porte cette suite de travaux, on obtient des porcelaines avec une résistance mécanique allant jusqu'à 257 MPa, ce qui constitue un excellent résultat si on le compare aux résultats d'études similaires d'autres auteurs.

L'effet étudié peut avoir un rapport, d'une part, avec une variation de la relation mutuelle des particules au début des réactions et, d'autre part, avec une modification des conditions de flux plastique pendant la cuisson.

D'après les résultats des auteurs, pour les usages dont il est question ici, la propriété dont il faut tenir compte n'est pas la valeur de la surface spécifique d'une argile, mais bien sa finesse cristalline.

Illitische Tonerde bei der Herstellung von Porzellan von hoher mechanischer Festigkeit. IV. Rohstoffe mit Kaolinanteilen aus dem Gebiet von Puerto del Barquero (La Coruña)

Es werden die Ergebnisse dargelegt, die bei Untersuchungen über die Wirkungen einer Modifizierung der plastischen Komponente von Porzellanmassen mit hohem Al-Oxydgehalt erhalten wurden, deren

(1) Original recibido el 7 de diciembre de 1984

Zusammensetzung Kaolin aus der Gegend von Puerto del Barquero (La Coruña) enthält. Es handelt sich hierbei um eine Porzellanerde mit besonders hohem Haloisitgehalt.

Im Rahmen unserer Reihenuntersuchungen ist die Wirkung des Vorhandenseins von Tonerde in diesem Fall maximal. Bei dem hiermit hergestellten Porzellan gelingt es, die mechanische Biegefestigkeit um max. 87 MPa zu erhöhen.

Bei der Gesamtheit der Versuche, die Gegenstand der durchgeführten Arbeiten sind, erhält man Porzellane mit einer mechanischen Festigkeit von max. 257 MPa, ein Ergebnis, das im Vergleich zu den von anderen Verfassern bei ähnlichen Untersuchungen erhaltenen als optimal zu bezeichnen ist.

Die untersuchte Wirkung kann einerseits auf eine Änderung der Relation zwischen den Teilchen zu Beginn der Reaktion, zum andern auf eine Modifizierung der plastischen Filießbedingungen während des Brennens zurückgeführt werden.

Unsere Ergebnisse führen zu dem Schluß, daß für die beschriebenen Einsatzmöglichkeiten nicht die spezifische Oberfläche einer Tonerde sondern konkret ihr kristalliner Feinheitsgrad ausschlaggebend ist.

1. INTRODUCCION

De entre los trabajos en los que se estudia la influencia ejercida por las características del componente plástico de pastas de porcelana de alta alúmina, en las propiedades del producto acabado, en éste, último de la serie, se presentan los resultados obtenidos con el caolín de Puerto del Barquero (La Coruña). Es éste un material de origen primario, rico en haloisita, utilizado habitualmente en la industria cerámica; contiene un 85% de kanditas (con un índice de cristalinidad de 0,5), minerales micáceos y cuarzo, siendo su superficie específica de 22 m²/g.

Las arcillas utilizadas como sustitutivos parciales del caolín son las mismas que en ensayos anteriores (1-4), hallándose constituidas por minerales micáceos y cantidades menores de kanditas, cuarzo, feldespatos y pirofilita.

2. MATERIALES Y METODOS

Las materias primas utilizadas en la elaboración de las pastas que aquí se estudian son las siguientes:

- a) Caolín de Puerto del Barquero (La Coruña), que en esta serie de trabajos se denomina Caolín III.
- b) Las arcillas siguientes:
 - Arcilla de Alhama de Aragón (Zaragoza).
 - Arcilla de Mérida (Badajoz).
 - Arcilla de San Telmo (Huelva).
 - Arcilla de Cabo Vidio (Asturias).
 - Arcilla de Codosera (Badajoz)
- c) Una alúmina calcinada comercial.
- b) Un feldespato potásico comercial.

Todos estos materiales han sido descritos y estudiados anteriormente.

Con ellos se preparan seis pastas de porcelana cuyas composiciones aparecen en la tabla I.

La preparación de las pastas, la obtención de las probetas y el régimen de cocción de éstas son los que se han descrito en trabajos precedentes.

En las probetas cocidas se ha determinado la capacidad de absorción de agua y aquellas de cada composición en que ha alcanzado valores de 0,0..., se han seleccionado para su posterior estudio. Las temperaturas de cocción finalmente utilizadas son las que aparecen en la tabla IV.

En el producto acabado se ha realizado el estudio fisicoquímico y tecnológico, utilizando las técnicas descritas asimismo con anterioridad.

3. RESULTADOS Y DISCUSION

Como en series anteriores, junto a los resultados obtenidos en las composiciones con caolín y las distintas arcillas se anotan los que se obtienen en la composición con sólo caolín, es decir, la C.

En la figura 1 pueden verse los diagramas de difracción de rayos X de los productos obtenidos. Aparecen en ellos con claridad las líneas de las fases mayoritarias de estas porcelanas, es decir, las de α -alúmina y las de mullita; se ven, además, algunas de pequeña intensidad, pertenecientes a fases de sílice. Por otra parte, los resultados del análisis cuantitativo, realizado también por rayos X, se recogen en la tabla II.

Lo mismo que en series anteriores, aquí el análisis cuantitativo de fases, permite ver, en primer lugar, que la alúmina incorporada a las composiciones de partida queda inalterada en la porcelana. Puede verse, asimismo,

TABLA I
COMPOSICIONES DE LAS PORCELANAS ESTUDIADAS

Porcelana	Caolín III (%)	Arcilla Alhama (%)	Arcilla Mérida (%)	Arcilla San Telmo (%)	Arcilla Cabo Vidio (%)	Arcilla Codosera (%)	Feldespato (%)	Alúmina (%)
C	35	—	—	—	—	—	25	40
C-1	22	13	—	—	—	—	25	40
C-2	20	—	15	—	—	—	25	40
C-3	22	—	—	13	—	—	25	40
C-4	22	—	—	—	13	—	25	40
C-5	25	—	—	—	—	10	25	40

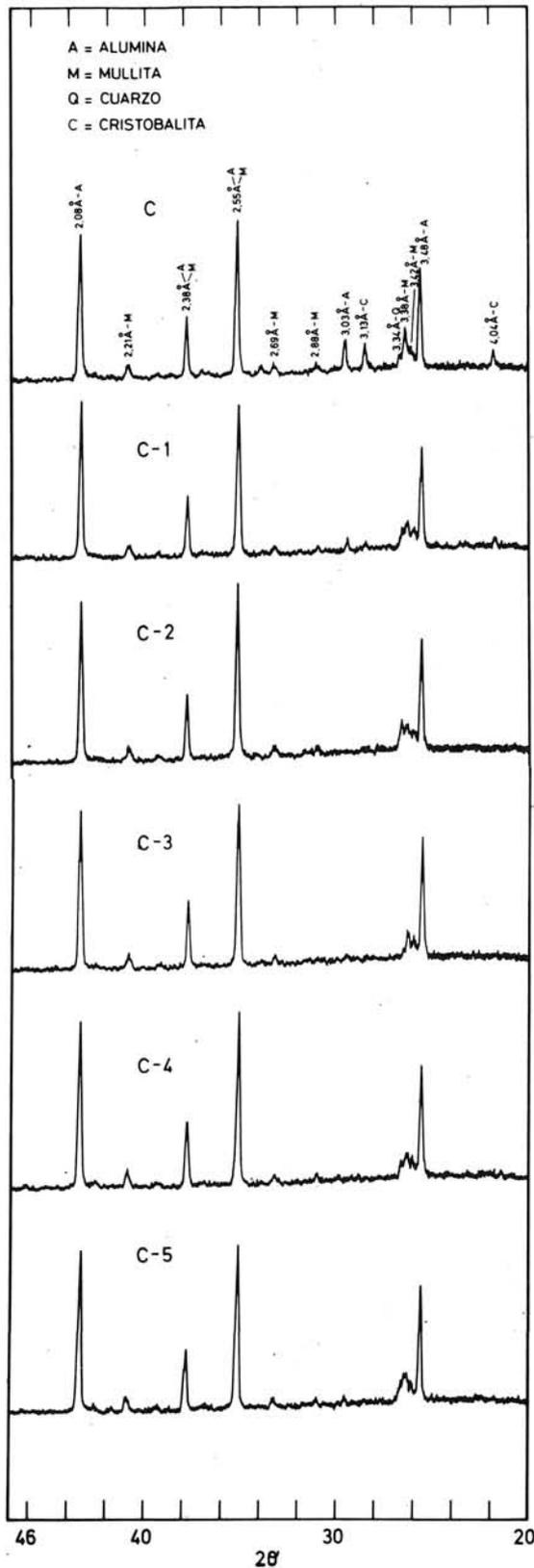


Fig. 1.—Diagramas de difracción de rayos X de las porcelanas.

que la fase cristalina mayoritaria de nueva formación es la mullita. Esta, junto a la alúmina y la fase vítrea, forman la casi totalidad del producto acabado.

En la figura 2 aparecen algunas de las fotografías obtenidas por microscopía de luz reflejada en las porce-

TABLA II
ANÁLISIS CUANTITATIVO POR DIFRACCIÓN DE RAYOS X

Porcelana	C	C-1	C-2	C-3	C-4	C-5
α-Alúmina	42	42	42	42	41	42
Mullita	15	8	7	10	8	8
Cuarzo	Ind.	Ind.	Ind.	Ind.	Ind.	Ind.
Cristobalita	Ind.	Ind.	—	—	—	—
Fase Vítrea	43	50	51	48	51	50

lanas de la serie que ahora se estudia; en ellas se observan algunos aspectos de su porosidad interna. Los valores de esta característica, en tanto por ciento en volumen, son los que aparecen en la tabla IV.

En las figuras 3 y 4 pueden verse algunas de las fotografías obtenidas por microscopía electrónica de transmisión y de barrido. Como en las otras series, se aprecia aquí la existencia de pequeños cristales equidimensionales de mullita primaria, aciculares de mullita secundaria y abundantes cristales, relativamente grandes, de alúmina.

En la figura 5 aparecen las gráficas de dilatación/temperatura.

En cuanto a las propiedades tecnológicas en crudo y en cocido, los resultados más importantes quedan recogidos en las tablas III y IV, respectivamente.

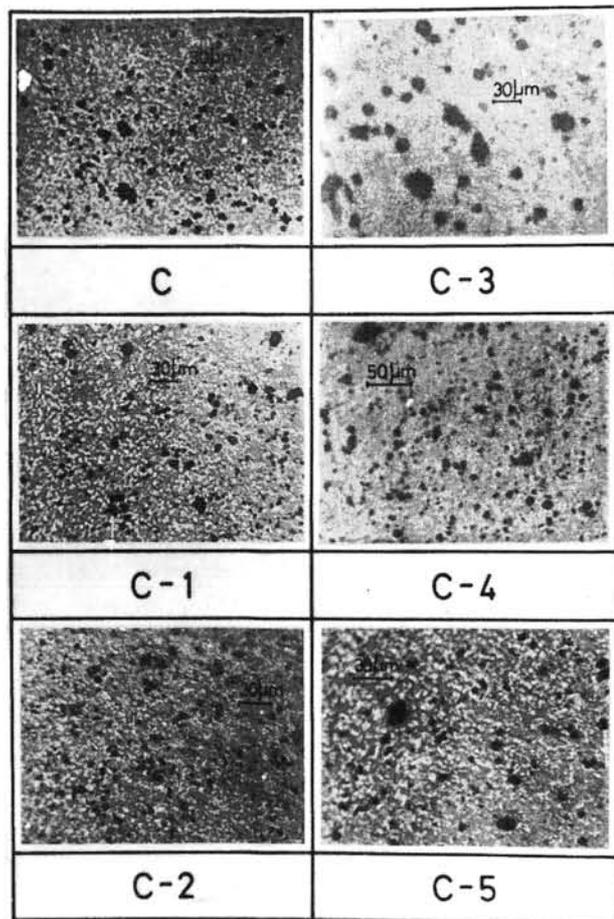


Fig. 2.—Microfotografías obtenidas por microscopía de luz reflejada.

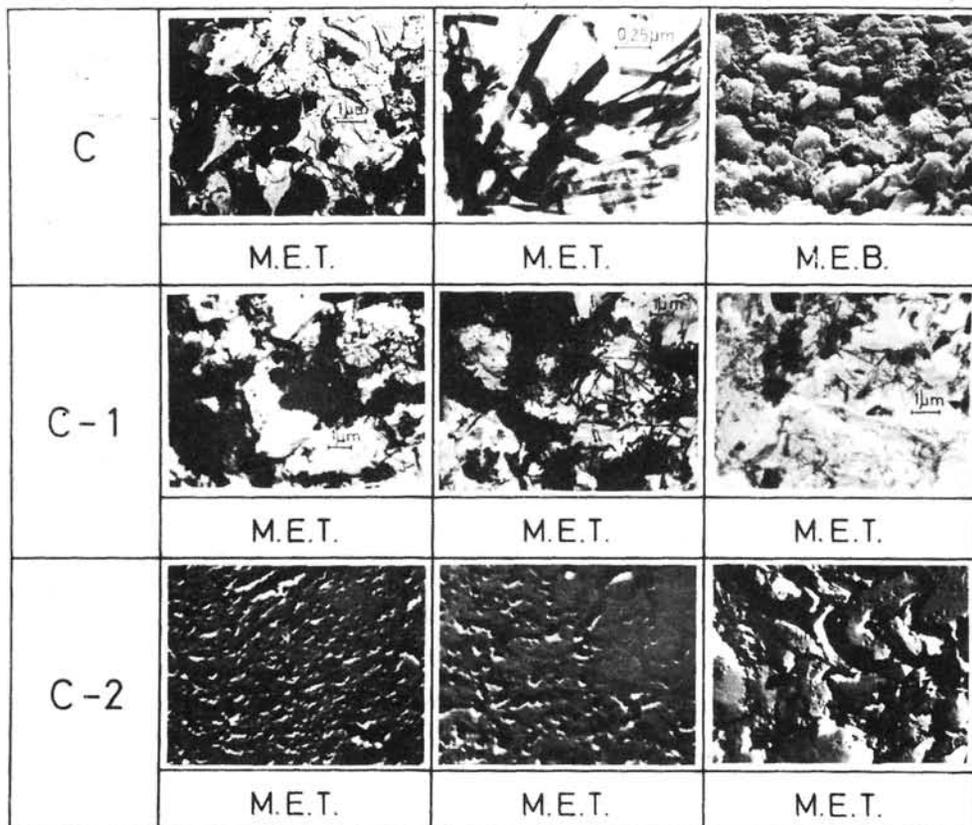


Fig. 3.—Microfotografías electrónicas obtenidas en las muestras que se indican.

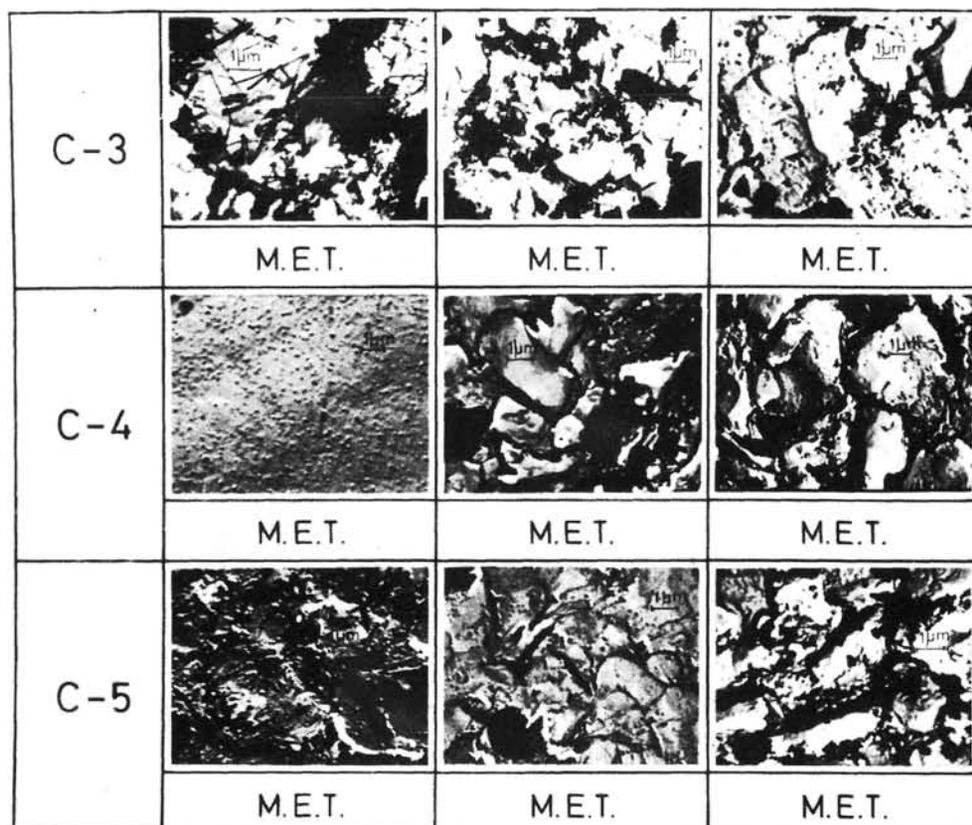


Fig. 4.—Microfotografías electrónicas obtenidas en las muestras que se indican.

TABLA III
PROPIEDADES EN CRUDO DE LAS PORCELANAS

Porcelana	Contracción secado (%)	r.m. flexión (MPa)
C	4,9	1,58
C-1	6,0	1,67
C-2	5,0	1,58
C-3	4,8	1,64
C-4	5,0	1,54
C-5	4,5	1,58

Respecto a las propiedades en crudo se observa que los valores de la contracción por secado varían en las composiciones con arcilla entre 4.5% en la C-5 y 6.0% en la C-1, siendo de 4.9% en la composición de referencia, la C. Los valores de la resistencia mecánica a la flexión en crudo adquieren valores que fluctúan entre 1,6 MPa en las composiciones C-2 y C-5 y 1,7 MPa en la C-1, siendo de 1,6 MPa en la composición C.

En cuanto a la contracción por cocción se advierte que sus valores van de 16,5% en las muestras A-1 y A-5 a 17,8% en la C-4, siendo de 16,4% en la muestra C de referencia.

La densidad aparente presenta valores muy homogéneos; excepto en el caso de la porcelana C-3, cuya densidad es de 2,87 g/cm³, en todas las demás es de 2,85 g/cm³, siendo ambos valores inferiores al que corresponde a la porcelana C (2,92 g/cm³).

El coeficiente de dilatación de las porcelanas C-1... C-5, es menor que el correspondiente a la porcelana C, estando todos los valores comprendidos en el margen de los exigidos a estos materiales.

La resistencia mecánica a la flexión en cocido ha sufrido por efecto de la adición de las arcillas ílíticas, modificaciones importantes de signos positivos en todos los casos. En efecto, el valor de esta propiedad varía entre los 203 MPa en la porcelana C-2 y 257 MPa en la C-3, siendo de 170 MPa en la porcelana C de referencia.

Estos aumentos de resistencia mecánica no pueden atribuirse a aumentos de superficie específica del componente plástico, sencillamente porque en varios casos lo que se ha logrado con la adición de arcilla ha sido disminuir dicha superficie específica.

Por otra parte, si comparamos los resultados obtenidos en esta serie y en la B (recordemos que sus corres-

pondientes caolines tienen la misma superficie específica, 22 m²/g), vemos que los resultados a que conduce la adición de las mismas arcillas en uno y otro caso son bien distintos. En la serie B la acción positiva de las arcillas es muy pequeña, llegando a ser en un caso (con la de San Telmo, porcelana B-3) negativa (4).

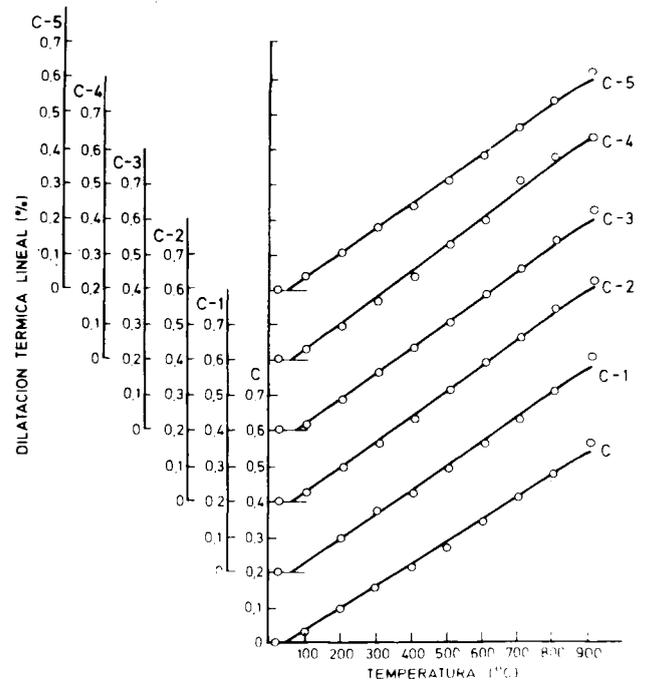


Fig. 5.—Relación % dilatación/temperatura en las porcelanas estudiadas.

Así como en la serie B parece natural que la ya alta resistencia mecánica de la porcelana con sólo caolín, la porcelana B (201 MPa), resulta difícilmente superable por adición de arcilla, es explicable que la resistencia relativamente baja de la porcelana C (170 MPa) sea susceptible de una modificación más fácil, como en efecto ocurre.

A través del conjunto de resultados de estos trabajos queda de manifiesto que la acción beneficiosa de las arcillas aquí ensayadas resulta tanto mayor cuanto más baja es la resistencia mecánica de la porcelana inicial. Así, la

TABLA IV
PROPIEDADES EN COCIDO DE LAS PORCELANAS

Porcelana	Temperatura cocción (°C)	Contracción cocción (%)	Densidad aparente (g/cm ³)	Porosidad interna (vol. %)	$\alpha_{20-300} \times 10^6$ (cm cm ⁻¹ °C)	r.m. flexión (MPa)	Conductividad eléctrica $\times 10^{14}$ (ohm ⁻¹ cm ⁻¹)
C	1.300	16,4	2,92	5,2	6,0	170	2,1
C-1	1.200	17,5	2,85	6,6	6,4	229	4,3
C-2	1.200	17,4	2,85	9,3	6,5	203	4,6
C-3	1.250	17,1	2,87	8,8	6,3	257	5,5
C-4	1.250	17,8	2,85	7,7	6,9	212	4,0
C-5	1.200	16,5	2,85	3,2	6,4	219	4,3

acción a que nos referimos es mayor en la porcelana C que en la A y mayor en ésta que en la B.

Por otra parte, las variaciones de porosidad interna en las porcelanas de la serie C (entre 3,2 y 9,3%) no guardan relación con las de resistencia mecánica, de acuerdo con las ideas de Schwiete y Zagar.

También aquí, como ocurría en otras series, particularmente en la A, parece advertirse una relación entre resistencia mecánica y características microestructurales del producto, puestas éstas de manifiesto por microscopía electrónica. El estudio realizado sobre muchos campos en el propio microscopio permite apreciar que, en conjunto, las estructuras de las porcelanas C-1... C-5 son más compactas que la estructura de la porcelana C.

Aunque no con la claridad de la serie A, en ésta también se observa cómo las arcillas con mayor contenido en fracciones finas, son las que, añadidas a la pasta de porcelana, producen mayores aumentos de resistencia mecánica. Un tamaño menor de grano; y una mayor proporción de fracciones finas, a nivel de diámetro equivalente, debe mejorar la relación entre partículas en crudo y durante la cocción, conduciendo finalmente a productos con mejores características microestructurales.

La conductividad eléctrica de estas porcelanas se encuentra dentro del intervalo de exigencia que se solicita de los materiales de este tipo.

4. CONSIDERACIONES FINALES

Observando el conjunto de los resultados obtenidos en esta serie de trabajos se pueden hacer finalmente algunas consideraciones.

Según ya ha quedado dicho, es difícil llegar a conclusiones definitivas partiendo de composiciones en las que intervienen materias primas naturales complejas, como en nuestro caso. De acuerdo con ello, estos resultados tienen carácter orientativo. En todo caso, las materias primas empleadas han sido elegidas cuidadosamente para eliminar en lo posible las variables que no interesa considerar. A través de este estudio se pone de manifiesto, en primer lugar, que el caolín más «modificable» es, de entre los aquí utilizados, el de red y de morfología más imperfectas y mayor tamaño de cristal, el caolín III, siendo el menos influenciable el que posee estas características en más alto grado, el caolín II.

Se comprueba, asimismo, que el aumento mayor de resistencia mecánica es el provocado por la adición de la arcilla de San Telmo a la composición C: en este caso la sustitución de un 13% de caolín (caolín III) por la citada arcilla produce un aumento espectacular de resistencia mecánica en la porcelana; este aumento, que resulta ser de 87 MPa, es paralelo, además, a una ligera disminución de temperatura de cocción. Otro valor destacable es el conseguido al sustituir en la composición A 10% de caolín I por arcilla de Codosera; el aumento de resistencia mecánica es en este caso de 64 MPa. Valores importantes se consiguen también con la arcilla de Alhama en las composiciones A y C: la sustitución de un 15% de caolín I lleva consigo, en el primer caso, un aumento de 59 MPa.

Los valores más altos de resistencia mecánica corresponden al grupo de porcelanas A. Hace excepción una del grupo C, la C-3, cuya resistencia mecánica de 257

MPa es igual a la de la porcelana A-5, siendo éste el máximo valor obtenido en el conjunto de estos ensayos.

Estos resultados no dejan de ser consecuentes con lo que se ha dicho antes: el caolín más «modificable» es el más desordenado, el III, pero como la resistencia mecánica del producto en cuya composición interviene, la C, es relativamente baja, los valores finales de esa propiedad quedan por debajo de los de la serie A.

Pensamos, por otra parte, que la elevada resistencia mecánica alcanzada por la porcelana C-3 puede no ser ajena a la riqueza de la arcilla que en ella interviene, la de San Telmo, en fracción inferior a 6 μm (82%).

Resulta de todo lo dicho que, en desacuerdo con datos hallados en la literatura, no aparece aquí relación entre superficie específica de la arcilla y eficacia de la misma para el fin a que en este tipo de ensayos se la destina. Según nuestros resultados, sólo se observará esa relación si el alto valor de esa característica deriva de un pequeño tamaño de grano, definido por su diámetro equivalente. Creemos que son estas características unidas a la del grado de perfección cristalina, tanto en caolines como en arcillas, las que realmente influyen en propiedades del producto acabado. Estas características deben ser las que en el curso de la cocción, influyan directamente en las relaciones de vecindad de los componentes que reaccionan e indirectamente en la microestructura finalmente creada.

Los aumentos de resistencia mecánica alcanzados en estos ensayos son realmente significativos si se comparan con los logrados en estudios similares de otros autores.

5. CONCLUSIONES

1. La alúmina incorporada a las pastas no se altera en el curso de la formación de las porcelanas aquí estudiadas. De acuerdo con ello, las reacciones tienen lugar sólo en la matriz, constituida por los componentes plástico y fundente. Así, todos los materiales obtenidos poseen aproximadamente un 40% de alúmina, repartiéndose el 60% restante entre la fase mayoritaria de nueva formación, la mullita, pequeñas cantidades de sílice cristalina y la fase vítrea.

2. Como cabía esperar, en todos los casos, la resistencia mecánica a la flexión en crudo mejora cuando una parte de cualquiera de los tres caolines utilizados se sustituye por arcilla íltica.

3. La resistencia mecánica a la flexión del producto acabado sólo aumenta claramente (siempre por encima de los 20 MPa) cuando la sustitución parcial se realiza en los caolines I y III. Este resultado parece natural teniendo en cuenta la composición fisicoquímica y las características físicas del caolín III.

4. Respecto a las composiciones con los dos caolines nombrados en primer lugar, la A y la C, aparecen como más efectivas, entre las arcillas ensayadas, las de San Telmo, de Alhama de Aragón y Codosera. Se trata de las arcillas ílticas con la granulometría más fina pero, en su conjunto, no con los valores mayores de superficie específica.

5. La acción positiva de pequeñas cantidades de arcillas ílticas en el tipo de composiciones que aquí se estudian, debe estar relacionada, por una parte, con el mode-

rado aporte de alcalinos que su adición conlleva y por otra, con la modificación de características físicas del componente plástico de las pastas.

6. Estos cambios deben conducir, por un lado, a una variación en la relación mutua de las partículas al comenzar las reacciones, y de otro, a una modificación en las condiciones de flujo plástico durante la cocción.

7. Los valores de conductividad eléctrica de los materiales aislantes aquí estudiados son muy buenos. Oscilan entre 10^{13} y 10^{14} $\text{ohm}^{-1} \text{cm}^{-1}$.

8. Las porcelanas con mejor resistencia mecánica aquí obtenidas son la A-5, cuyo componente plástico es una mezcla de caolín de Puente deume y de arcilla de Codosera, y la C-3, cuyo componente plástico es una mezcla de caolín de Puerto del Barquero y de arcilla de San Telmo. La resistencia mecánica a la flexión de ambos productos alcanza los 257 MPa. Valores muy próximos los presentan las porcelanas A-1 y A-3 (250 MPa). A éstas las siguen las A-2 y C-1 con valores de 227 y 229 MPa, respectivamente.

9. Según nuestros resultados, no es el valor de la superficie específica de una arcilla, como se lee en la literatura, la propiedad física que decide, a igualdad de otras características, su utilidad para pastas como las que aquí se estudian. Sólo lo es si está producida por un

tamaño pequeño, tanto a nivel de cristal individual como de grano definido por su diámetro equivalente.

BIBLIOGRAFIA

1. SANDOVAL DEL RIO, F.; GONZALEZ PEÑA, J. M.^a: La arcilla ilítica en la fabricación de porcelanas de alta resistencia mecánica. I Materias primas. *Bol. Soc. Esp. Cerám. Vid.* 20 (1981), 1, 105 - 112.
2. SANDOVAL DEL RIO, F.; GONZALEZ PEÑA, J. M.^a: Influencia de las características físicas de caolines en las propiedades de porcelana de alta alúmina. *Bol. Soc. Esp. Cerám. Vid.* 23 (1984) 4, 187 - 194.
3. GONZALEZ PEÑA, J. M.^a; SANDOVAL DEL RIO, F.: La arcilla ilítica en la obtención de porcelanas de alta alúmina. II. Materiales en cuya composición interviene el caolín de Puente deume (La Coruña). *Bol. Soc. Esp. Cerám. Vid.* 25 (1986) 4, 249 - 255.
4. SANDOVAL DEL RIO, F.; GONZALEZ PEÑA, J. M.^a: La arcilla ilítica en la obtención de porcelanas de alta alúmina. III. Materiales en cuya composición interviene el caolín de Alhama de Aragón (Zaragoza). *Bol. Soc. Esp. Cerám. Vid.* 25 (1986) 5, 315 - 320.

PUBLICACIONES EDITADAS POR LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE CERAMICA Y VIDRIO

Materiales Refractarios y Siderurgia

(Jornadas de Arganda del Rey, 4-5 mayo 1984)

CONTENIDO:

I. Experiencias y perspectivas de la utilización de materiales refractarios en la industria siderúrgica.

D. Ernesto Badía Atucha, Jefe de obras y refractarios de Altos Hornos de Vizcaya, y D. Ignacio Larburu Ereño: *Refractarios para hornos altos en AHV.*

D. Gabino de Lorenzo y D. Francisco Egea Molina: *Revestimientos refractarios en Horno Alto de ENSIDESA.*

D. Jesús María Valerio, de S.A. Echevarría: *Cucharas de tratamiento secundario de acero.*

D. Jesús Valera, ENSIDESA-Veriña: *Evolución de la duración de revestimientos en las acerías de ENSIDESA.*

D. J.A. Pérez Romualdo, Jefe de Colada Continua de Altos Hornos del Mediterráneo: *Refractarios en cucharas de acero y colada continua de slabs.*



II. Investigaciones en el campo de materiales refractarios en el Instituto de Cerámica y Vidrio.

Prof. Dr. Salvador de Aza, Director del ICV: *El Instituto de Cerámica y Vidrio. Estructura y objetivos.*

D. Emilio Criado Herrero: *El sector español de refractarios y la industria siderúrgica. Evolución y perspectivas.*

Dr. Francisco José Valle Fuentes: *Tendencias en el análisis de materiales refractarios.*

Dr. Serafín Moya Corral: *Materiales cerámicos tenaces basados en mullita-circón.*

Dra. Pilar Pena Castro: *Materiales refractarios basados en circón.*

D. Angel Caballero Cuesta: *Evolución de las propiedades refractarias y termomecánicas de las bauxitas.*

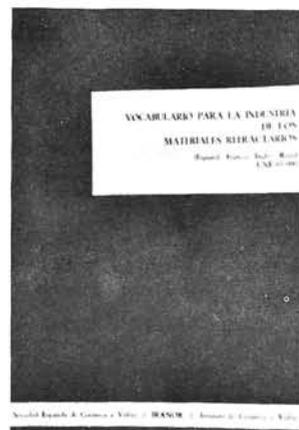
Dr. Rafael Martínez Cáceres: *Cementos refractarios.*

160 PAGINAS

PRECIO: 4.500 PESETAS

Vocabulario para la Industria de los Materiales Refractarios

ISO/R 836-1968



CONTENIDO:

I. Terminología general.

II. Materias primas y minerales.

III. Fabricación.

IV. Tipos de refractarios.

V. Los hornos y la utilización de productos refractarios:

- Metalurgia.
- Industria del coque y gas.
- Generadores de vapor. Calderas.
- Industria vidriera.
- Cales y cementos.
- Cerámica.

VI. Características y métodos de ensayo.

- Contiene 4 índices alfabéticos en castellano, francés, inglés y ruso; con un código numérico que permite la localización de cada uno de los términos en los otros tres idiomas.
- Incorpora más de 1.100 términos relativos a la industria de refractarios e industrias consumidoras.

190 PAGINAS, 50 FIGURAS.

PRECIO: 4.500 PESETAS

La reserva de ejemplares y los pedidos deben dirigirse a: SOCIEDAD ESPAÑOLA DE CERAMICA Y VIDRIO
Ctra. Valencia, Km. 24,300
ARGANDA DEL REY (Madrid)