

- Instituto Técnico de la Construcción y del Cemento -

630-11 VARIACIONES DE LA PLASTICIDAD DE PASTAS CERAMICAS

por

Demetrio Gaspar Tebar.- Lic. en Ciencias

- - -

De entre todas las propiedades que a la arcilla se le exigen para poder ser empleadas como materia prima de la industria cerámica es, sin duda alguna, la más importante la plasticidad; propiedad física en virtud de la cual un cuerpo sometido a la acción de una fuerza determinada experimenta una deformación, que conserva cuando se anula dicha fuerza.

Las arcillas, según su estructura, se dividen en dos grupos: de estructura laminar u hojosa y de estructura fibrosa; las empleadas en la industria cerámica son las de estructura laminar, las cuales están formadas por la superposición de capas de tetraedros de silicio-oxígeno y de gibsita o de brucita; la unión entre los iones de estas capas, así como entre ellas, para dar lugar a las unidades estructurales:

O-Si-O-Al-OH 1^{er} grupo

O-Si-O-Catión-O-Si-O 2^o y 3^{er} grupo

del primero, segundo y tercer grupo de dichos minerales, es fuerte como lo pone de manifiesto la elevada energía de enlace de sus óxidos; sin embargo, la unión entre capa y capa es débil, unión que se hace por puentes de hidrógeno en los minerales del primer grupo, por fuerzas de van der Waals en los del segundo, y por medio del campo electrostático, creado por los iones potasio, en el tercero.

El grupo de arcillas de estructura laminar pertenece a los cuerpos plásticos, que exigen la presencia de un líquido que actúe de lubricante, líquido que puede ser el agua o cualquier otro de moléculas dipolares (alcoholes, ácidos orgánicos) siempre que no ataque a la arcilla y que, sin embargo, sea capaz de romper las uniones débiles que existen entre las láminas de la misma, quedando adsorbidas las moléculas dipolares del líquido lubricante en la superficie de las mencionadas láminas, superficie que, la mayoría de las veces, posee cargas libres y cationes de cambio.

La adsorción de agua lleva consigo una separación de las láminas de la arcilla, separación que aumenta a medida que lo hace la cantidad de agua adsorbida -fenómeno puesto de manifiesto por los correspondientes röntgenogramas-. Se comprende fácilmente que la cantidad de agua que debe adsorber la arcilla tiene un límite fijado por el grado de plasticidad de la misma, y depende, para un mismo mineral y tamaño de partículas, de la presión parcial de vapor de agua de la atmósfera y de la clase y porcentaje de cationes de cambio que existan; en efecto, mientras que el ión potasio retiene 16 moléculas de agua, el ión litio 120 y mientras que en el primer caso el diámetro del ión pasa de 2 a 5 Å en el segundo de 1,5 a 10 Å (1).

La hidratación de los cationes de cambio no tiene una significación decisiva en el espesor de la capa líquida, ya que la experimentación arroja un valor del orden de 3000 Å (2) en la arcilla al estado plástico, siendo el máximo justifica -

(1) LEPINGLE M.; L'Ind. Céram., (1951), 418,51.

(2) ALEXANDRE Y GARCIA VERDUGH; Anal. de Edaf. y Fisio. Veg., (1950), Tomo IX, 5,549.

ble para la película de agua unida por solvatación de 25 Å según Verwey y Houwink (3) y de 40 Å según Mattson (4).

Conviene indicar que la plasticidad depende, como es lógico, de las características del líquido y del mineral disperso, así como para un mismo mineral de la polaridad del líquido y para un mismo líquido del mineral disperso y de la granulometría del mineral objeto de estudio.

* * *

El ceramista, frecuentemente, tiene que modificar la plasticidad de las pastas que utiliza con objeto de conseguir la plasticidad necesaria para su empleo, bien incrementándola o disminuyéndola, lo que puede conseguir por adición de ciertas sustancias inorgánicas u orgánicas en pequeña proporción. El efecto producido por estos aditivos, tanto cualitativo como cuantitativo, depende del tipo de arcilla que se trate y debe determinarse experimentalmente para cada caso.

Las adiciones de ciertas sustancias orgánicas, por ejemplo de tanino o de humus, aumenta la plasticidad hasta un cierto valor, a partir del cual, una nueva adición de producto produce un efecto perjudicial en el valor de la misma. Gian-Piero Reggiori (5), dice que la acción del ácido húmico y en general de los compuestos orgánicos se debe a que son adsorbi-

-
- (3) HOUWINK; Mat. Plast. ed Altri Mat., Milano; según ALEXANDRE Y G. VERDUCH; Anal. Edaf. y Fis. Veg., (1950) Tomo IX, 5,549.
 - (4) MATTSON; Soil Sci., (1931), 33,301; según ALEXANDRE Y G. VERDUCH; Anal. Edaf. y Fis. Veg., (1950), Tomo IX, 5,549.
 - (5) REGGIORI, G.P.; Cerámica Indus., (1946), 15 y 16 Milano.

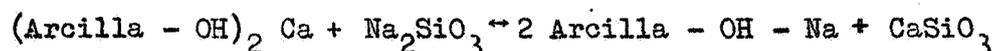
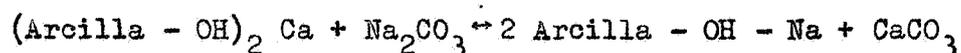
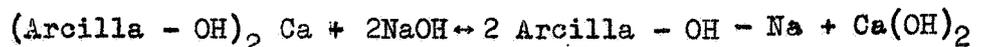
dos y dispersos por la superficie de las partículas arcillosas. Odgen (6), ha hecho ensayos bastantes completos con una materia orgánica que denomina C-35; parece ser que se trata de un ácido de gran número de átomos de carbono -cadena larga- neutralizado, condensado por medio del formaldehído y disuelto en agua. Lenhart (7), añade ácido oleico como agente plastificante. Por último, hemos de indicar que, por regla general, las sustancias que contienen saponina (8) son buenos plastificantes.

Gilard (9), dice que una permanencia relativamente prolongada de las pastas húmedas al aire produce el desarrollo de algas y bacterias y que la desagregación del ácido húmico favorece la desintegración de la arcilla, aumentando por consiguiente la plasticidad, lo que está de acuerdo con las antiguas prácticas del macerado y exposición de las arcillas a la intemperie.

Dentro de los compuestos inorgánicos destacan de un modo especial los compuestos de los metales alcalinos, generalmente los sódicos, bien sean carbonatos, hidróxidos, silicatos, oxalatos o tartratos, ... La acción fluidificante de los hidróxidos alcalinos aumenta según se pasa del hidróxido de litio al de cesio; es decir, aumenta el poder fluidificante a medida que aumenta el volumen atómico del metal, siguiendo, por tanto, el orden del sistema periódico: litio, sodio, potasio, rubidio y cesio(10)

-
- (6) ODGEN; l'Ind. Céram., (Juin 1949), 399, 151.
(7) LENHART, W.B.; Rock Prod., (1949 agosto) 155; Ultimos Avanc. Mat. Const. 8, 18.
(8) WEBER; DRP 336661, Cl. 80 b.
(9) GILARD, P.; Traité de Phys. Chim. des Silic., Bruxelles T. III 50.
(10) KOEPPFEL, C.; Constituants Refrac. del Pât, Céram.; (Paris - 1943), 99.

Johnson y Norton (11), sostienen que el aumento de plasticidad producido por las sales inorgánicas se debe a un intercambio iónico, en virtud del cual, las arcillas incorporan iones que se hidratan más que los que tenía, lo que depende, como es lógico, de su volumen y carga iónica; por ejemplo, caso de tratarse de una arcilla cálcica y de que los aditivos sean sales sódicas, la arcilla libera el ión calcio e incorpora el ión sodio, el cual se hidrata más:



"

"

Los mejores resultados se obtienen con el carbonato y silicato sódico, ya que en la reacción se forman carbonato y silicato cálcico, ambos insolubles.

Johnson y Hughes (12), han probado que los iones sulfato también producen un incremento de la plasticidad.

Snyder y Knig (13), envejecen las arcillas durante seis meses, después de añadirles un 0,5% de diversos electrolitos, indicando como los más favorables el fosfato sódico y el fosfato ácido de magnesio.

(11) JOHNSON Y NORPON; J. Amer. Cer. Soc. (1941) 24, 184.

(12) JOHNSON Y HUGHES; J. Amer. Cer. Soc. (1948) 38, 7, 194-200.

(13) SNYDER, E.B. y KNIG, R.M.; Bull. Amer. Cer. Soc., (1951), 20, n. 5, 151-153.

Hedvall, Lunden y Sandford (14), han demostrado que el índice de Atterberg-Rieke, puede elevarse de un modo considerable con adiciones apropiadas para cada arcilla; han ensayado la acción de los licores residuales de papeleras que trabajan por el procedimiento al sulfato, exametafosfato sódico, fosfatos mono y disódico, sulfato de aluminio, óxido de aluminio, tanino, ácido clorhídrico, sílice coloidal ..., sobre diversas arcillas, habiendo obtenido los mejores resultados con la adición de un 0,5% de óxido calcico, bien solo o mezclado con un 0,1% de sulfato de aluminio, mezcla posible en cerámica desde un punto de vista económico. Usando la mezcla indicada se combina la acción de los dos cationes de carga elevada (Ca^{++} y Al^{+++}). El sulfato de aluminio solo, en las concentraciones utilizadas, no aumenta la plasticidad; sin embargo, con la mezcla descrita se ha incrementado la acción plastificante individual de la sal de calcio y de la de aluminio, particularmente, con relación al óxido cálcico, teniendo en cuenta las pequeñas cantidades utilizadas del mismo.

Las investigaciones realizadas muestran que la mezcla cal-sal de aluminio ha dado el mayor incremento de la plasticidad, sobre todo en presencia de un exceso de agua; asimismo han probado que la adición de alúmina pura coloidal aumenta tanto la plasticidad como la mezcla anteriormente ensayada, lo que está de acuerdo con el hecho de que los coloides, en general, aumentan la plasticidad.

Con las conclusiones obtenidas en el laboratorio han ensayado en un determinado número de arcillas, en escala indus -

(14) HEDVALL, J.A., LUNDEN, B. Y SANDFORD, F.; Extracto en L'Ind. Céram. (1949), 399, 150-155.

trial, habiendo obtenido resultados positivos, como era de esperar.

Inzigneri (15), ha hecho una serie de ensayos con un determinado número de muestras de arcilla, utilizando como aditivos sales de calcio y de aluminio, al estado de óxido e hidróxido la primera -cal viva y apagada-, y sulfato de aluminio, la segunda; los ensayos efectuados vienen a confirmar de un modo -satisfactorio las conclusiones de Hedvall, Lunden y Sandford.

La bentonita se viene usando mucho, en adiciones que no superen el 5% (16), como plastificante de pastas de porcelanas y de lozas. Lehmann ha probado que las adiciones de bentonita producen un aumento regular en la plasticidad de determinados caolines, así como en las pastas de grés y de lozas.

Para cada arcilla hay que fijar experimentalmente una cantidad óptima de adición, lo que no se puede hacer de antemano; insistiendo en que un resultado favorable o desfavorable, -obtenido con una arcilla determinada, no se puede generalizar.

Las inclusiones de aire en la masa arcillosa disminuyen la plasticidad, así como los desgrasantes, al conseguir repartir la sustancia arcillosa en un volumen mayor. Con el empleo de las galleteras de vacío se consigue eliminar el aire, disminuir la porosidad e incrementar la plasticidad.

Cuando la temperatura aumenta, la plasticidad disminuye y ésta se pierde por completo a las temperaturas de 500° C - 600° C, es decir, cuando la estructura de los minerales arcillosos se ha roto.

(15) INZIGNERI, M.; L'Ind. della Céram. e Silic. (agosto 1948), 8,9,18.

(16) INZIGNERI, M.; L'Ind. della Céram. e Silic. (agosto 1948), 8,14.

Finalmente hemos de hacer notar la influencia tan - considerable que tienen sobre la plasticidad ciertos procesos de preparación de la pasta cerámica, ya que de ellos depende que se conserve o se destruya la estructura característica de los minerales arcillosos, componentes de la arcilla; con relación a este particular cabe indicar el hecho mencionado por Greiner (17), el cual indica que la sustitución reciente, en una fábrica alemana, de la molienda de las materias primas en molino de rulos por molino de bolas, ha introducido una disminución considerable en la plasticidad.

- - -

(17) GRINER, E.; Ber. der Deut. Keram. Gesell., (1950), 27,3 y 4,99-102; Ref. de L'Ind. Céram., (1950), 414,315.