

BIOCERÁMICOS UTILIZADOS EN APLICACIONES MÉDICAS Y ODONTOLÓGICAS

Dra. Ing. Cristina Volzone - CETMIC (CIC-La Plata CONICET)-Facultad Ingeniería UNLP
volzcris@netverk.com.ar

Resumen de la exposición efectuada durante la Jornada Técnica del pasado 12 de diciembre de 2008 en la Asociación Técnica Argentina de Cerámica

(El curso completo en DVD puede consultarse o adquirirse en A.T.A.C.)

Los biocerámicos son materiales utilizados en la reconstrucción de partes del cuerpo dañadas o enfermas. En muchos casos se emplean para reparaciones estéticas odontológicas por su similitud en color y transparencia. El requisito principal que deben cumplir es la biocompatibilidad, esto implica que no deben reaccionar con el cuerpo produciendo reacciones alérgicas o efectos adversos. Por otra parte, existe un degradé de estos materiales que tienen una menor o mayor reactividad química con el sistema fisiológico para unirse al tejido vivo.

Las propiedades de los cerámicos benefician su utilización debido a su dureza, estabilidad química, resistencia a la compresión, resistencia térmica y resistencia a la corrosión. Sin embargo, son frágiles y en el caso de aquellas aplicaciones que reciben esfuerzos por el uso, deben ser combinados con metales.

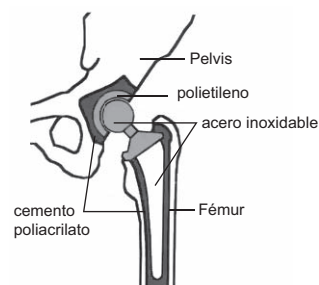
Existen diferentes tipos de clasificaciones de los biocerámicos, sin embargo uno de los más utilizados es el siguiente:

a) Bioinertes: aquellos que no se unen química o biológicamente con el tejido y formándose una capa fibrosa alrededor del implante. Alúminas y circonias son ejemplos de este tipo de biomateriales.

b) Bioactivos: poseen reactividad con el tejido vivo, como los biovidrios, los vitrocerámicos y las hidroxiapatitas.

c) Biodegradables o reabsorbibles: los biomateriales que desaparecen a medida que se va regenerando el hueso, como ocurre con el fosfato tricálcico.

Cerámicos bioinertes: necesidad de la aplicación de un biocerámico en un implante.



Los biocerámicos inertes surgieron por necesidad de solucionar ciertos inconvenientes de movilidad que ocurrían con las prótesis metálicas. Una prótesis, como la de cadera, con cuerpo y cabeza de acero inoxidable (ver figura) que apoya sobre una copa de polietileno (acetábulo) que va pegada al hueso, presenta un coeficiente de fricción que aumenta con el tiempo de uso.

Los inconvenientes fueron solucionados recubriendo la cabeza de la prótesis metálica con biocerámico de alúmina y copa del mismo biocerámico, alúmina sinterizada densa y de alta pureza, lográndose un menor coeficiente de fricción con el tiempo de uso. En estudios posteriores se utilizaron prótesis con cabeza de alúmina y copa de polietileno con un coeficiente de fricción aún menor. Posteriormente, surgió el uso de cabeza y copa de cerámico, ya que aún existía cierta movilidad entre la copa de polietileno pegada al hueso.

Los estudios en torno a los tipos de cerámicos fueron avanzando, profundizándose en la mejora del material con el objeto de lograr productos cerámicos con mayor resistencia al impacto.

Cerámicos bioactivos:

Los biovidrios surgen debido a la necesidad de disminuir la movilidad del implante de biocerámicos inertes como la alúmina, donde no había una unión directa con el tejido.

Hench y sus colaboradores en 1971 obtuvieron un material com-

patible con el tejido vivo llamado biovidrio. Para ello Hench, quien investigaba sobre diferentes aspectos de los vidrios, analizó la composición de los huesos y modificó la de los vidrios para hacerlos compatibles.

Es útil recordar que un vidrio de ventana no puede ser implantado por no poseer la relación de sus componente químicos iguales a los que se utilizan para implantes.

Existe un tipo de biovidrio comercial granulado que se usa para relleno óseo en odontología. Este tipo de material es importado y el empleo en nuestro país es limitado, prefiriéndose por lo general la utilización de huesos de animales procesados.

El vitrocerámico se diferencia del biovidrio fundamentalmente por su proceso. En el caso del vidrio las materias primas son llevadas a altas temperaturas y reciben un enfriamiento rápido para obtener una estructura amorfa. En el vitrocerámico el proceso anterior continúa con un tratamiento térmico para originar fases cristalinas dentro de la matriz vítrea. Se trata de vitrocerámicos comerciales que contienen magnesio en la estructura.

La hidroxiapatita, considerada como material bioactivo, es un fosfato de calcio de composición similar a uno de los componentes del hueso humano.

Propiedades del biovidrio, vitrocerámico e hidroxiapatita.

Propiedades	Hueso cortical	Hueso con cáncer	Al ₂ O ₃	Y - ZrO ₂	Biovidrio 45S5	Vitrocerámico A-W	Hidroxiapatita
Resistencia a la compresión MPa	100 - 230	4 - 12	4250	2000	500	1060	500 - 1000
Resistencia a la flexión, MPa	70 - 150		595	1000	42	215	40
Coefficiente de elasticidad, GPa	12 - 18	0,1 - 0,5	400	150	35	118	80 - 110
Dureza, HV			200	1200	458	680	600
Densidad, g cm ⁻³	1,6 - 2,1		> 3,93	5,6 - 6	2,66	3,07	3,16

Composición	Biovidrio Bioglass	Vitrocerámico Ceravital A - W	
SiO ₂	45,0	46,2	34,2
P ₂ O ₅	6,0	----	16,3
CaO	24,5	20,2	44,9
Ca (PO ₃) ₂	--	25,5	----
CaF ₂	--	----	0,5
MgO	--	2,9	4,6
Na ₂ O	24,5	4,8	----
K ₂ O	--	0,4	----

Comparado con el hueso cortical el biovidrio y la hidroxiapatita poseen valores por debajo de la resistencia a la flexión. Estos materiales se usan en lugares donde el implante no tenga que soportar altos esfuerzos, de otro modo deberán ir acompañados por un soporte metálico.

Con el transcurrir del tiempo, entre el hueso y el biovidrio se forma una capa de sílice y luego difunden el calcio y el fósforo para formar entre el hueso y la capa de sílice la hidroxiapatita, con una composición semejante a la del hueso.

Un biovidrio se une al tejido en menos tiempo que un vitrocerámico y a su vez es mucho más rápido que la hidroxiapatita.

Los materiales **biodegradables** o **reabsorbibles** serían ideales, ya que a expensas de ellos va creciendo el hueso. Sin embargo, la desventaja es una muy baja resistencia mecánica. El fosfato tricálcico (TCP) - $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ - es degradable por excelencia.

Biocerámicos porosos:

Estos materiales pueden obtenerse utilizando alúmina, circonia o hidroxiapatita y su objetivo es tener una mayor unión e interacción con el tejido. Sus poros deben poseer no menos de 100 ó 150 micrones de diámetro para permitir que el tejido crezca. Si son menores, ese tejido no alcanza a ingresar, la vascularidad se entorpece y el tejido puede morir.

Los cementos bioactivos son muy utilizados para la reparación de defectos óseos. Se preparan a partir de fosfatos de calcio y sodio en forma de polvo y de líquido y luego de unos 5 a 10 minutos se

forma la hidroxiapatita, componente principal del hueso.

Finalmente, se dan ejemplos de utilización de los materiales bioce-rámicos.

Aplicaciones

- reparaciones de la caja craneana: biovidrio.
- implantes otorrinolaringológicos: alúmina, hidroxiapatita, biovidrio.
- reconstrucción maxilar: hidroxiapatita, biovidrio.
- implantes dentales: alúmina, hidroxiapatita, cubiertas de hidroxiapatita, biovidrio, vitrocerámicos.
- reparación de la cresta ilíaca: vitrocerámica bioactiva granular.
- llenado de huesos: TCP (fosfato tricálcico), biovidrio granular, vitroce-rámica bioactiva granular.
- aplicaciones ortopédicas: alúmina, circonia, metales recubiertos con hidroxiapatita o con vitrocerámica bioactiva.

Preguntas de los participantes:

- ¿Estos procesos están en etapa de desarrollo en la Argentina?

Este tema ha crecido muchísimo en los últimos años a nivel mun-dial. En Estados Unidos, Japón y Europa el tipo de material bioiner-te ya se está utilizando en tanto que los vitrocerámicos se usan generalmente en el norte de Europa. En Argentina están importán-dolos, en especial los materiales odontológicos, con un costo alto. Con respecto a los biovidrios, en la mayoría de los casos se usan huesos de animales. ■

Talleres Guillermo Bleif S.R.L.



FUNDADA EN 1919

- MEDICIÓN Y CONTROL INDUSTRIAL
- QUEMADORES PARA HORNOS Y CALDERAS INDUSTRIALES
- INSTRUMENTOS, PRESÓSTATOS, MANÓMETROS Y TERMÓSTATOS.
- AUTÓMATAS DE CONTROL DE ENCENDIDO Y LLAMA.
- ANALIZADORES DE CALIDAD DE COMBUSTIÓN Y LLAMA.
- MANTENIMIENTO Y SERVICE.

Rodney 242
(1427) Buenos Aires - Argentina
Tel.: (54-11) 4854-2742 (rot.) - Fax: 4856-1701
E-mail: tgb@bleif.com.ar Web: www.bleif.com.ar

Líder Mundial en Tecnología de Partículas



Fabricante ISO 9001

Tamaño de partículas



NUEVO!!
SediGraph III 5120

- Distribución de tamaño de partículas por rayos X
- Rango: 0,1 μ a 300 μ (ampliable a 1000 μ con datos del tamizado)
- Reportes SPC• Software bajo Windows™

Otros equipos:

SATURN 5200 • Método láser

- El equipo de mayor precisión del mercado
- Más de 1.000.000 de elementos de detección.
- Rango: 0,1 μ a 1.000 μ

ELZONE

- Medición electroquímica • Rango: 0,4 μ a 1200 μ
- Muestras orgánicas e inorgánicas

Area superficial específica

- Método: Sorción de gas
- Analiza simultáneamente hasta 3 muestras
- Mide áreas tan bajas como 0,01m² utilizando nitrógeno

TriStar 3000



Otros equipos: ASAP 2020 - Gemini



**microanalítica
argentina s.r.l.**

Remedios Escalada de San Martín 2749/65 Torre 1 piso 9 Dto. 4
(1416) Buenos Aires - Argentina

Telefax: (54-11) 4546-1525, 4286-6741 Web: www.microanalitica.com.ar
microanalitica@microanalitica.com.ar , ventas@microanalitica.com.ar

TECNOLOGÍA DEL YESO. 2ª parte

Ing. Jorge Antonio González - Jefe Dto. Técnico de A. M. Pescio SCA

¿Qué tipo de yeso deberíamos usar?

Obviamente el que nos permita lograr los mejores resultados en nuestro trabajo y consecuentemente una reducción de costos. Todos los yesos son utilizables pero no con todos se obtienen idénticos resultados. Entonces debemos seleccionar el yeso más adecuado o una mezcla de ellos para que cubran nuestras necesidades, teniendo en cuenta que el más costoso no siempre es el mejor. El comienzo de la elección es saber exactamente qué se necesita, analizando luego los procesos anteriores y posteriores.

Las materias primas utilizadas para la fabricación del yeso provienen de la explotación minera en nuestro país, o de la desulfuración de los humos originados en la combustión de suelos fósiles o bien como derivado de la industria del ácido fosfórico en países que carecen de la materia prima en forma natural. Para lograr características constantes en cada yeso los fabricantes más importantes a nivel internacional acostumbran a efectuar ajustes, que consisten en el agregado de sustancias correctoras en cantidades que varían según las características de la producción primaria.

Desde hace muchos años la practicidad y el bajo costo del yeso ha sido motivo de diversidad de aplicaciones aunque, en algunos casos, ha sido reemplazado con materiales sintéticos: molduras para adornos en la construcción, moldes para la formación de piezas coladas o torneadas en la industria de sanitarios o vajilla, de muy alto costo pero de rendimientos asombrosos.

En la construcción, donde cada vez se avanza con más propuestas, es corriente el uso de placas de yeso para paredes internas (llamado construcción en seco), también bloques de todo tamaño y diseño, placas para cielorrasos, toda clase de molduras y hasta la simple bolsita de ferretería para reparaciones hogareñas. Los yesos proyectables y los de aplicación tradicional para la terminación de interiores todavía no han sido reemplazados por otro material.

En ortopedia se utiliza en los modelos que luego terminarán en una prótesis, o en las vendas enyesadas con varias opciones en el tiempo de fraguado que generalmente es ajustado por el usuario.

Muchos productos contienen yeso en su formulación, revoques pre-elaborados para pequeñas reparaciones, aglomerante para la fundición de metales blandos, compuestos para prótesis dentales.

Los protesistas dentales usan diversos tipos de yesos identificados y normalizados. Desde los más débiles y rápidos que compiten con los alginatos que se conocen como clase I hasta los más duros (resistencia a la compresión 900 Kg. /cm²) de baja y alta dilatación como los de clase IV y clase V. La única norma completa sobre yeso es la que contempla en forma amplia las cinco clases de yesos dentales, se trata de la IRAM 27021, gemela con la norma N° 25 de ADA o la ISO 6873.

No son muchos los usuarios que a nivel de laboratorio controlan el yeso antes de usarlo. Quienes lo hacen utilizan su propia metodología de trabajo, buscando el cumplimiento de sus propias normas, que generalmente respetan las necesidades de planta o de los productos a fabricar. Dejando de lado los yesos dentales, los restantes deberían también estar encuadrados bajo una norma, que por las distintas necesidades de los usuarios definirían solamente la metodología del ensayo, dejando abierta la posibilidad de utilizar

proporciones acordes con las necesidades de cada fabricante.

Si tenemos en cuenta que los yesos nacionales, salvo excepciones, no se han corregido antes de ser envasados y despachados es conveniente un seguimiento del material a utilizar, en algunos casos más que en otros, en prevención de sorpresas desagradables.

Sintéticamente haremos un repaso de las variables posibles de encontrar en el yeso que utilizamos. Es importantísimo en todo tipo de control que se practique la total limpieza de los instrumentos que se utilicen, sin resto alguno de trabajos anteriores tal como yeso fraguado o compuestos agregados como correctores.

Temperatura

El yeso es soluble en agua en una proporción que aumenta con la temperatura del medio hasta los 37°. Estas variaciones de la solubilidad se verán reflejadas en el resto de las variables. Por tal motivo se debe mantener una temperatura estable del agua y del yeso, especialmente en los controles del laboratorio, no olvidando que se deberá trabajar en planta a la misma temperatura de los ensayos para no desvirtuar el trabajo.

Viscosidad o Fluidez

Para un mismo yeso la consistencia utilizada debe permitir la suficiente fluidez como para que cuando se haga el vaciado copie todos y cada uno de los detalles del modelo. Al aumentar la consistencia disminuye la viscosidad de manera que se logra un mejor copiado de los detalles pero también habrá un aumento en la porosidad y en el tiempo de fraguado. Por otra parte se reducirá la expansión durante el fraguado y la dureza. Alcanzado el límite de lo no deseado hay que pensar en el cambio de yeso.

Tiempo de colado o de trabajabilidad

Apenas volcamos el yeso sobre el agua comienza la rehidratación del mismo y por consiguiente el fraguado de la suspensión, observando entonces un progresivo aumento de la viscosidad y de la temperatura. Se suele denominar tiempo de colado, tiempo de trabajabilidad, o período plástico a los minutos disponibles para utilizar nuestra suspensión, transcurrido el cual deja de ser aconsejable continuar con la tarea. La consistencia, el tiempo y la velocidad de batido, la temperatura y calidad del agua, modifican estos tiempos que, a su vez, pueden ajustarse, dentro de ciertos límites, aditivando la mezcla.

Tiempo de Fraguado

Se conoce como tiempo de fraguado al transcurrido desde el comienzo del agregado del polvo al agua hasta que la suspensión adquiere dureza y máxima temperatura, llegando también casi a la máxima dilatación. Algunos métodos de ensayo permiten obtener un tiempo de fraguado inicial y otro tiempo de fraguado final. Como en el caso anterior los sistemas de trabajo y el agregado de otras sustancias pueden modificar los resultados.

Dilatación durante el fraguado

Durante esta etapa se produce la recristalización y crecimiento cristalino y, como consecuencia, una expansión del volumen. Esta circunstancia resulta favorable en algunos casos (fundición de metales) pero en otros se buscan resultados inversos (moldear para sanitarios, matricería y modelos, prótesis dentales).

Granulometría

La molienda del yeso cocido le confiere características que pueden variar de acuerdo con la granulometría resultante. Cada tipo de yeso se somete a distintos grados de molienda para conferirle distintas características según el uso previsto. Así es que llegan a modificarse en esta etapa la dureza, porosidad, tiempos de trabajabilidad y de fraguado o un mejor o peor copiado de los detalles.

Absorción

Coefficiente de difusión. La absorción en relación directa con la porosidad, tiene gran importancia, por ejemplo, en la moldería cerámica. En otros casos, se trata de lograr la mayor dureza, como consecuencia de una muy baja porosidad para la elaboración de modelos, matrices, prótesis dentales, etc. y para ello se busca el efecto contrario, generalmente utilizando otro tipo de yeso. Por otra parte, la velocidad de absorción, en este caso de agua, también es un resultado que debería ser constante.

Dureza

La resistencia a la compresión o a la flexo rotura son datos importantes cuyos valores mínimos están determinados por la experiencia de los usuarios por una parte, fijando los valores más apropiados, y por otra, si se trata de yesos dentales, ya están normalizados los valores mínimos para cada uno de los tipos en uso (clases I a V). Interesa mucho esta respuesta por su incidencia en la duración de un molde o en la mecanización de piezas de yeso.

Uso de aditivos

De acuerdo a sus propias necesidades, es posible corregir las características del yeso que se utiliza de modo semejante a lo ofrecido por empresas internacionales. Como se expresara más arriba, muchas veces el producto adquirido está aditivado con el objeto de mantener constantes las respuestas que más nos interesan o, en otros casos, es el propio usuario quien hace el ajuste correspondiente. No hay que olvidar que así como la variación de la temperatura, la composición química del agua, la velocidad y tiempo de batido, y la cantidad utilizada puede producirnos importantes variaciones en los resultados, también el agregado de sustancias para corregir un problema podrían ser causa de la aparición de otros.

VISCOSIDAD. En algunos usos, como el de los yesos proyectables, es imprescindible aumentar la viscosidad inicial y atrasar el tiempo de fraguado. El uso de almidones, de papa o de maíz, permite lograr una alta viscosidad inicial y mayor adherencia pudiendo luego llevar el fraguado al tiempo adecuado a la metodología de trabajo.

FRAGUADO. El cambio del tiempo de fraguado es uno de los temas de consulta más habituales, tanto para acortarlo como para prolongarlo. El ajuste del tiempo siempre se refiere a unos pocos minutos que, en muchos casos, se soluciona modificando la velocidad y tiempo de batido. De no ser así, es tradicional el uso de citratos como retardadores y como acelerante sulfato de sodio, sulfato de potasio o yeso natural o fraguado finamente molidos.

Las poliamidas degradadas de origen natural son retardadores que se utilizan mucho en la fabricación de placas, aunque también los productores las aconsejan para moldería de yeso, mecánica dental, morteros adhesivos, etc.

Los RETARDADORES pueden dividirse en tres grupos:

- 1) Sustancias orgánicas de peso molecular elevado que actúan como coloides protectores: cola, caseína, pectina, productos de ácidos amínicos con aldehído fórmico, etc.
- 2) Sustancias que disminuyen la solubilidad del yeso: glicerina, alcohol, ácido cítrico, ácidos fosfórico, bórico y sus sales alcalinas o de calcio.
- 3) Sustancias modificadoras de la estructura cristalográfica del yeso: acetato de calcio, carbonato de magnesio o de calcio.-

REDUCTORES DE AGUA. Utilizados para aligerar la mezcla yeso - agua, reducir el tiempo de secado y el consumo energético para este proceso y aumentar la dureza del producto final a expensas de la menor consistencia. Estos productos se usan también para el cemento. Hay en el mercado varias marcas comerciales que ofrecen variedades del lignosulfonato de sodio o de calcio (BORRERSE CA, WAFEX, KWERTS)

Aditivos superplastificantes / reductores de agua para hormigón, mortero, yeso y anhidrita de las marcas MELMENT F 10 Y MELMENT F 10 G.

Compuestos melamínicos como el SILUBIT comercializados como defloculantes.

DILATACION. Es posible reducir la dilatación que se produce durante el fraguado con el agregado de reducidas cantidades de cemento. También aumentando la consistencia, a expensas de menor dureza y mayor porosidad. ■

EL MEJOR PRODUCTO PARA CADA NECESIDAD

En A.M. PESCIO S.C.A., no nos conformamos con fabricar yeso; estudiamos, investigamos y desarrollamos el mejor producto para cada aplicación, dándole al usuario una familia de especialidades que le aseguren los mejores resultados para su producto:

MOLDERIA, desarrollados para y probados por la industria cerámica, sanitaria, vajilla, etc.
MODELOS y MATRICES, PLACAS P/ CIELORRASO y PAREDES, TIZAS, FIGURAS.

Adm. y ventas: W. de TATA 5354
(B1678CSW) Caseros Prov. de Bs. As.
Tel / Fax 4750-3686 / 1263 ó 4734-8982
www.pescio.com info@pescio.com

65 AÑOS
Marcando la calidad del Yeso

 **PESCIO®**
YESOS ESPECIALES

YESOS: CARACTERÍSTICAS, TIPOS, USOS, PREPARACIÓN, MOLDES, MOLDEO, PRENSADO, TORNEADO, COLADO A PRESIÓN

Ing. Rodolfo Ferraris

Extracto correspondiente a la Jornada Técnica sobre Yeso brindada en noviembre de 2008 en ATAC *

Cómo obtener el mejor resultado: cuidados, evaluación del desempeño de los moldes. Últimos desarrollos

En Argentina se denomina "Yeso" al mineral, y yeso cerámico al producto que se usa en la industria. El mineral, está compuesto por sulfato de calcio y dos moléculas de agua ($\text{SO}_4\text{Ca}+2\text{H}_2\text{O}$), en el proceso industrial se le quita parte de esta agua por calcinación como se verá luego.

Si bien los estándares internacionales indican que podrían hacerse yesos cerámicos hasta con un 10% de impurezas, los yesos argentinos tienen mayor pureza lo cual permite cumplir fielmente una de las funciones más importantes, que es la de reproducir cualquier forma que se desee copiar.

Durante el proceso se pueden lograr dos tipos de yeso: alfa y beta. de la mezcla de ambos en distintas proporciones obtenemos todas las variaciones en uso en la industria

Una de las formas de producir el yeso alfa es mediante *autoclave*, donde se mantiene parte de su humedad para que en el proceso de preparación necesite menos agua y genere una estructura de cristales más largos y resistentes.

El yeso beta se produce a cielo abierto en tanques de cinco toneladas. Allí pierde el agua de origen y se forma una estructura cristalina pequeña e irregular, que necesitará más agua para volver a su estado natural.

Por su granulometría el yeso posee una gran capacidad para fijar los mínimos detalles. Tiene además estabilidad dimensional, fácil desmolde, bajo precio y capacidad de absorción de agua conducente a la formación del espesor.

El trabajo con moldes de yeso se realiza desde hace muchos años en la industria cerámica, en vajilla y sanitarios. En el caso de los refractarios es de reciente aplicación.

El molde cumple tres funciones: la de recipiente, la de dar forma, la de deshidratar por su porosidad, además, la de floculante, dada la ligera solubilidad del sulfato de calcio en agua, para darle consistencia a la capa de arcilla apoyada sobre la superficie del yeso.

Preparación del yeso

En el proceso de preparación del yeso es útil tener en cuenta que debe dársele la fluidez suficiente para colarlo o vaciarlo en las matrices con las que se fabrican los moldes. La cantidad de agua necesaria para darle esa fluidez debe ser mayor, para así generar la porosidad y capilaridad necesarias. La cantidad exacta de agua para rehidratar el yeso es del 18.6% en peso.

De acuerdo a la información que se tenga de cada variedad de yeso utilizada hay una relación yeso-agua sugerida por el fabricante en base al tipo de trabajo a realizar.

Al trabajar con moldes grandes y costosos es deseable que duren el máximo tiempo posible y que mantengan la capacidad de transmitir los relieves y detalles a la pieza.

Si a un yeso muy poroso se le incorpora pasta cerámica la succión inicial será demasiado fuerte, lo que generará un secado excesivamente rápido y un desprendimiento de la superficie del molde muy abrupto. Por el contrario, en un yeso poco poroso la pieza permanece mucho tiempo adherida y su desmolde es más lento y dificultoso. Las pastas cerámicas generan en la superficie del molde una deposición de partículas de arcilla. De acuerdo a la plasticidad de la

pasta utilizada su formación de espesor será más lenta o más rápida. A mayor plasticidad, los primeros espesores formados son rápidos, pero se genera el problema de la filtración de agua a través de la arcilla. Este factor deberá tenerse en cuenta al trabajar con moldes cerámicos.

Para la preparación del molde el primer paso consiste en verter el yeso sobre el agua en forma pareja. Se aconseja usar un tamiz ya que en la siguiente etapa ayudará a que sea más rápido y suave. Durante el período de humectación -paso indispensable- las partículas de yeso serán rodeadas por el agua, lo que evitará que se formen grumos. El tiempo estimado de humectación de las partículas es de 1 a 5 minutos según el tipo de yeso.

Para cantidades mayores de 10 kilos se utilizan recipientes de acero inoxidable o plástico con una hélice mecánica. Para 200 kilos, por ejemplo, se usan hélices de tipo marina a 300 revoluciones aproximadamente. El tiempo de mezclado dependerá del volumen de material.

Es necesario verificar la consistencia del producto, que debe tener la fluidez adecuada para que permita verterlo en las matrices. Existe un dispositivo en la industria cerámica que facilita este proceso. Se trata de una placa o vidrio y un tubo de bronce abierto en ambos extremos. Dentro se coloca una cantidad de yeso y se distribuye sobre la placa. Por debajo se ubica un papel con círculos concéntricos que a medida que se expandan indicará la fluidez que tiene el material.

La fluidez se logra a saturación total. Se puede variar la cantidad de agua para un mismo yeso para cambiar también la porosidad.

En la etapa de preparación se debe tener en cuenta que si en el mezclado el agitador se mueve en forma demasiado enérgica aceleraremos los tiempos de colabilidad. Por otra parte, el agua caliente acelera los tiempos y la fría los retarda.

Comentarios

Dr. César Pescio - En cualquier tipo de yeso transcurre un tiempo desde la producción hasta que ese material envejece y hay que retirarlo del mercado. Algunos ingenieros aconsejaban poner silos de cemento enterrados en el suelo y dejar el yeso durante seis meses. Hace tiempo se vendía a las grandes empresas el producto de 30 días en fabricación, con un mes de estacionamiento, que es lo que se considera mejor para las condiciones de entrega. No se sabe si el comprador lo usará inmediatamente o a su vez lo estacionará en función de las necesidades de producción. Las partidas del material en stock se indican en las bolsas. Cuanto más tiempo se estacione, mejor será el yeso, siempre que no se pase de los 180 días, ya que las partículas de yeso siguen en actividad dentro de la bolsa.

Ing. Rodolfo Ferraris - La consecuencia más clara del estacionamiento es la estabilización de sus propiedades, lo que genera que el material se comporte similarmente en el tiempo.

Preguntas de los asistentes

Hubo marcado interés en la exposición que originó preguntas de profesionales pertenecientes a distintas entidades y empresas como el CETMIC, Metzen y Sena de Uruguay o Ferrum Argentina.

- *¿Qué condiciones mínimas debe tener un galpón donde se estacione el material?*

- Debe ser seco. No es conveniente armar pilas compactas, ya que debe circular el aire entre ellas.

Las variaciones dimensionales están ligadas al crecimiento de los cristales de yeso en forma directamente proporcional a la relación peso-agua. Durante el mezclado el exceso de energía favorece la expansión.

La porosidad es la relación entre el volumen total de los poros y el volumen aparente. Es importante no trabajar con demasiada porosidad debido al desgaste y la absorción violenta que puede generar en el molde.

En los primeros momentos del contacto con la pasta existe una gran succión de agua y luego, a medida que se va formando el espesor, es más importante la capilaridad que la porosidad.

Antes se calculaba la capacidad del molde saturándolo, en base al trabajo cotidiano en colado. Se pesaba para observar la cantidad de agua que absorbía, lo que determinaba qué cantidad de coladas sin secado permitía.

En la actualidad en sanitarios se utiliza el yeso alfa, más resistente, duradero y de menor porosidad.

La incorporación de calefacción en el ambiente de colado permitió que el molde se recuperara más rápidamente, lo que admite hacer tres o cuatro coladas en lugar de una sola.

Al recuperar el molde más rápido se trabajará con una porosidad menor, lo que favorecerá la duración del mismo impactando positivamente en los costos, que bajan considerablemente.

Existen moldes de alta recuperación que poseen un circuito interno para desprender la pieza del molde. Cuentan con una circulación de aire que impulsa la humedad hacia afuera mediante aire comprimido.

Este proceso fue evolucionando en los últimos veinte años, hasta que todas las industrias lo incorporaron en la mayoría de sus productos.

- *¿Qué características tiene que tener un yeso para poder ser usado en ese sistema?*

- Que no se degrade tan rápidamente con la operación del secado. Una forma de medirlo sería analizando los sulfatos que quedan en el agua. Se mide la cantidad de agua que expulsa. Determinados yesos son más sensibles a este proceso y se empobrecen antes.

El resultado final es el ahorro de dinero en calefacción y eliminación de humedad ambiente, un gran problema en Buenos Aires.

- El objetivo del colado a presión es llenar moldes con una cierta presión para acortar los tiempos. La industria cerámica hoy está preparada para incorporar esta tecnología en cualquier parte del proceso. Otra ventaja adicional consiste en que toda preparación del molde se elimina. En los moldes comunes los artículos más complicados requieren una adaptación del mismo, que a veces consiste en agregarle talco o algún adherente como arcilla.

Es necesario tener en cuenta el factor secado en los moldes. Mientras el yeso tenga en su interior una cierta cantidad de humedad (entre 15 o 20%) el secado puede acelerarse, siempre cuidando que al eliminar los últimos restos de humedad no se superen los 40°C. La humedad relativa dentro del secadero debe ser menor al 10% durante todo el proceso de secado.

Luego del secado se mantiene una humedad residual. Un molde de trabajo no puede estar totalmente seco ya que generaría una absorción demasiado violenta. Cuando se logra una humedad residual adecuada el secado puede detenerse totalmente, o bien agregarle humedad al ponerlo en producción.

Si bien mediante la aplicación de aire se elimina una cierta cantidad de agua, queda un remanente. Proveyendo de la humedad adecuada a la pieza ésta comienza a trabajar correctamente desde la primera colada.

En el caso de secado al aire se forma una película de sulfato de cal-

cio densa y dura, que en algunos casos se lija.

En el secado con el molde cerrado los tiempos se reducen considerablemente.

La utilización de pastas a una cierta temperatura ayuda a mejorar la fluidez ya que se protege el molde. Habitualmente en algunas plantas existe una diferencia grande entre la temperatura de la pasta y la del molde. Esto genera una capa de humedad en el molde y luego la pasta se puede desprender. Por lo tanto, es aconsejable calefaccionar tanto la pasta como el molde.

- *¿Es posible que el molde se parta por el choque térmico?*

- Sí, claro. También en el secado.

Los yesos alfa, más densos, aportan además de la porosidad un nivel de capilaridad que permite seguir formando espesor. En piezas de espesores importantes la primera acción es la porosidad, absorción y retiro rápido de agua de la pieza. Cuando empieza a actuar esta particularidad de las arcillas plásticas de impedir el paso del agua de la pasta hacia el molde, ese trabajo que queda para seguir formando espesor es de mayor capilaridad que porosidad. No es necesario que el molde tenga una gran porosidad sino que mantenga la capilaridad hasta el final del proceso.

- *¿Los yesos alfa forman mejores capilares que los beta?*

- Exactamente. Eso puede acentuarse a través de la agitación, pero este punto es polémico ya que algunos fabricantes afirman que al imprimírsele demasiada energía a la agitación se destruyen los cristales.

- *¿Estos moldes deben tener una absorción menor?*

- Sí, la idea es bajar la porosidad al mínimo.

¿Han medido la porosidad de los moldes?

- Si hay una buena absorción el proceso es más rápido y el ahorro mayor. Si el molde se recupera de un día para otro y vuelve a su estado original, es suficiente. No es posible medir el tamaño de poros, pero sí la porosidad total, que debe ser la mínima indispensable. Al tener una buena recuperación no es necesario tener moldes demasiado porosos.

En la Argentina hay empresas que utilizan pasta fabricada por un proveedor, pero es probable que el fabricante utilice materiales de bajo costo y no los mejores, lo que tiene sus limitaciones a la hora de la producción.

A medida que la relación yeso-agua aumenta se obtiene menos porosidad, más resistencia mecánica y el tiempo de colabilidad disminuye. Al aumentar la velocidad de la hélice el tiempo de colabilidad y de prensa disminuye y el coeficiente de absorción aumenta a causa de la disminución del diámetro de los poros. Se puede llegar a trabajar con 500 RPM. de modo que se achique el tamaño de los poros y mejore la capilaridad. Para evitar la presencia de aire existen máquinas de extracción de aire por vacío.

Para el volcado del yeso las matrices deben acondicionarse de manera correcta. El desmoldante debe ser usado en forma medida, ya que de otro modo pueden acumularse excedentes en los ángulos del molde, lo que generaría desperfectos en las piezas.

- *¿Qué opinión le merece el uso de retardantes en el proceso?*

- No tiene consecuencias en el resultado. Si es necesario se usa, pero no es habitual.

- *Hemos visto que los yesos europeos para moldes tienen partículas gruesas, ¿influye en algo?*

- En la Argentina se utiliza el mismo yeso para moldes. Es bueno para modelos ya que posee partículas finas y en el colado presenta una humectación más fácil. Hay fábricas en Estados Unidos que ofrecen una variedad de yesos para matrices muy amplia, de porosidad casi nula.

- ¿Qué relación tiene con la fabricación del refractario en base a arcilla y yeso?

- Dado que los hornos han cambiado hay una gran cantidad de bloques o formas especiales de los refractarios. A partir de la tecnología llegada desde Estados Unidos actualmente se hacen moldes para colar grandes masas de material refractario con el aditivo de arcilla para lograr moldeabilidad.

Los moldes tienen una muy buena resistencia a la abrasión. Se trabajó con una mezcla especial de yeso beta y alfa para privilegiar la durabilidad del molde. Se realizó en un yeso de matricería, que fue exitoso a pesar de su baja capacidad de absorción de agua.

Habitualmente los moldes metálicos se reemplazan por otros menos costosos.

Demostración práctica

La jornada concluyó con una demostración práctica en la fábrica de yeso A.M. Pescio S.C.A.

Preparado de la matriz y funcionamiento de los moldes con la aplicación de aire

Por lo general se trabaja con distintas variedades de yeso de forma tal de poder observar su comportamiento en el colado y verificar su porosidad remanente luego del secado. El color verde del yeso de matricería está dado por un colorante para diferenciarlo de otras variedades.

Antes de que el material entre al horno hay un proceso para lograr una



Llenado de una matriz



El Ing. Ferraris durante la aplicación de aire comprimido al molde

combinación que va variando -por ejemplo, 50 y 50% o un 20 y 80 %, en función de las necesidades del cliente.

En el caso estudiado se trata de cuatro variedades: el yeso piedra o verde, para matricería, y el beta-alfa, con predominancia de beta, que es preparado a cielo abierto. Entre estas dos variedades se pueden preparar infinidad de combinaciones. Pescio ofrece el extra duro y el Prevapesc.

* Durante la cursada también se proyectó un video de una práctica similar realizada por el Ing. Ferraris en la fábrica de moldes Prima S.H. El curso completo en DVD se puede solicitar en ATAC. ■

DEFLOCULANTES DE MASA
Línea de productos DM

LIGANTES DE MASA
Línea de productos LCA

VEHICULOS SERIGRAFICOS
Línea de productos VCA

FIJADORES
Línea de productos FCA

ADITIVOS ESPECIALES

Solvencia Trayectoria Innovación

Cahesa S.A.
Industria Química

La Huella 730 (1888) Florencio Varela, Bs. As. Argentina
Tel/fax (54-02229) 493500, 493477 y 491747
info@cahesa.com.ar - www.cahesa.com

EFFECTOS DE LOS DEFLOCULANTES (CARBONATO DE SODIO Y SILICATO DE SODIO) Y SU INTERACCIÓN CON LOS MOLDES DE YESO

Profesor Juan Carlos Omoto

Extracto de la exposición brindada en la Jornada Técnica del Yeso realizada en ATAC el 6 de noviembre pasado
(El tema completo en DVD puede consultarse o adquirirse en la biblioteca de la Asociación Técnica Argentina de Cerámica)



Profesor Juan Carlos Omoto

Defloculación y su incidencia en relación a los yesos. Ajuste de las pastas para distintos comportamientos en colado y horneado, según los defloculantes.

En la exposición anterior el Ing. Ferraris se explayó sobre la capilaridad mediante la cual el yeso absorbe agua y deja una película sobre el molde que se engrosa en función del tiempo. A continuación se detalla otra parte del proceso que permite la formación de esa película: el intercambio de iones entre la pasta y el molde de yeso.

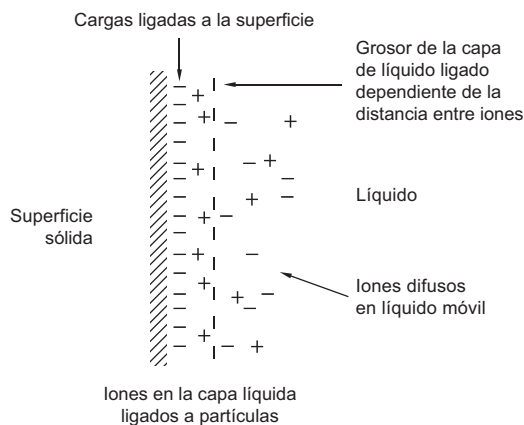


Figura N° 1

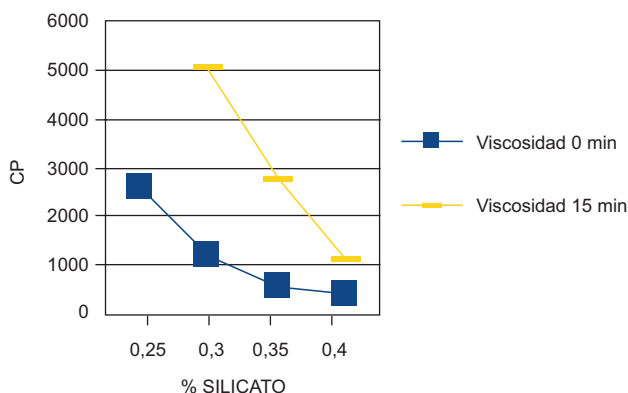
En la figura N°1 se observa que uno de los lados de la pared de yeso con iones calcio negativos se combina con los iones positivos de la pasta. En la pared entre el yeso y la pasta hay una película de agua cuyo espesor varía en función de la combinación de estos iones, de modo que al aumentar la cantidad de sodio se ensancha la película, permitiendo despegar la pieza más rápido del molde pero con mayor humedad de colado. Este proceso es conveniente para piezas muy complicadas porque mantiene la humedad necesaria para una adecuada plasticidad de la pasta.

Todos los gráficos y ensayos se realizaron con pasta de porcelana. Las pastas con mayor viscosidad dan espesores mayores.

Las piezas coladas con pastas que están más defloculadas dejan menos humedad residual en la pieza permitiendo extraer la pieza del molde más rápido con menor humedad, pero si son piezas complejas con humedades más bajas se van a rajarse en el molde, debido a la contracción inicial.

Con el aumento del silicato baja la viscosidad pero a su vez la humedad residual de la pieza.

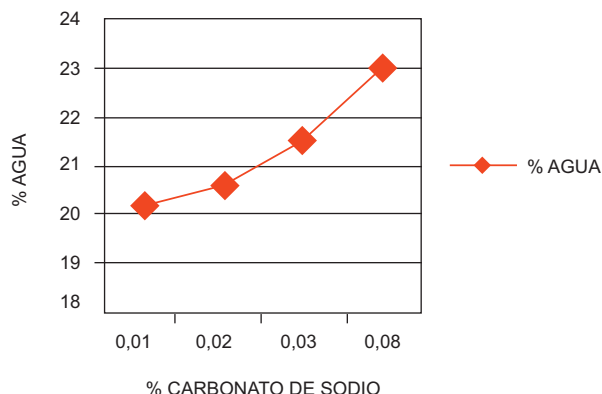
RELACIÓN DE VISCOSIDAD SILICATO



Curva de defloculación.

Se agregó pequeñas cantidades de carbonato de sodio manteniendo constante la cantidad de silicato. Se observa que la curva se invierte aumentando la humedad residual de la pieza al sacarla del molde. Esto es conveniente cuando se trabaja con piezas de formas complejas. (según figura N° 1)

HUMEDAD DE COLADO



Curva humedad con aumento de carbonato de sodio.

Secado

El secado a presión de los moldes de torno se dejó de usar en la fabricación de vajilla debido a la baja migración de agua hacia el molde en el torno. Actualmente se utilizan tortas de filtro prensa choriceadas, de modo que se evita incorporar defloculantes a la pasta que va a ser filtro prensada para torno para impedir la migración de sodio al molde, ya que el desgaste del mismo en el torneado no es

sólo mecánico sino también químico.

Desventajas del secado a presión

Las piezas muy finas coladas en moldes que fueron sometidos a presiones elevadas para su secado, en especial las que serán esmaltadas por inmersión, salvo las resinas microporosas, sufren alteraciones causadas durante el proceso de secado.

Las sales solubles en el agua que migra hacia el exterior del molde en el secado, parte quedan dentro del molde, y otras migran con el agua y cuando se evapora permanecen en la superficie del molde ocasionando dos inconvenientes:

- Se impermeabiliza la superficie del molde (menor duración del mismo).
- Las sales se vuelven a solubilizar cuando se ingresa pasta pero quedan en la superficie de la pieza.

En el esmaltado, ante espesores de esmalte muy bajos, la cantidad de sales solubles que incorporan trabajan como fundente, ocasionando una especie de hervido, principalmente en el borde de la pieza, cuando se trabaja en atmósferas oxidantes. Si es cocinado en atmósferas reductoras toman un color negro oscuro por acción del carbón.

Conclusión:

Generalmente se tiende a saturar en carbonato de sodio todas las pastas; esto no aporta demasiado y daña los moldes, de manera

que este ensayo permite encontrar la cantidad adecuada de carbonato de sodio con un control sencillo y asegura la prolongación de la vida de los moldes y evita defectos en las piezas.

Preguntas de los asistentes

¿Hay una relación recomendada entre la cantidad de silicato y carbonato o lo debe buscar cada uno?

- Lo ideal es llegar a la curva de defloculación sólo con silicato y determinar cual es el punto ideal para la defloculación llegando a éste antes de que se invierta la curva y luego agregando pequeñas cantidades de carbonato.

Cuando se trabajan piezas de colado a presión atmosférica conviene no utilizar carbonato para que se puedan extraer con menor humedad y mejore la productividad, mientras que las piezas de espesor obligado van a necesitar humedad residual elevada para que no se rajen.

¿Se pueden utilizar defloculantes sintéticos en lugar del carbonato o silicato?

- Defloculan muy bien pero el problema es que se degradan, debiendo ajustar constantemente la viscosidad; el carbonato y el silicato son más estables. ■



- Accesorios plásticos y metálicos para yesería y matricería
- Elaboración de matrices para sanitarios y vajilla



PRIMA S.H, Calle 162 N° 853 (C.P. 1876) Bernal, Bs. As.
Tel.: (5411) 4259-4155 | info@prima-sh.com.ar

GRUPOS DE VACÍO A RECIRCULACIÓN TOTAL DE ACEITE

PARA GALLETERAS Y PRENSAS AUTÓNOMOS, MODULARES DE FÁCIL Y RÁPIDA INSTALACIÓN PREPARADOS PARA SU UTILIZACIÓN INMEDIATA

- Mayor grado de vacío
- Vacío constante en el tiempo
- Eliminación del consumo de agua
- Drástica reducción del mantenimiento
- Seguridad en el funcionamiento



LA SOLUCIÓN A LOS PROBLEMAS DE VACÍO

 **gieffe systems s.r.l.**
Gas and fluids

Via Ponte Taro, 28/B - 43015 NOCETO (PR) - ITALY
Tel. 0039 0521 621221
Fax 0039 0521 620883
E-mail: info@gieffesystems.it
www.gieffesystems.it