



Mortero bactericida

J. Díaz, J. Guerrero, T. Martínez, M. Rodríguez

E.T.S.I. de Caminos, Canales y puertos, Universidad Politécnica de Madrid, C/ Profesor Aranguren 3, E28040, Madrid, Spain

INFORMACIÓN

Información del Proyecto:

Entrega anteproyecto 15 marzo 2021

Entrega Proyecto 21 mayo 2021

Disponible online 1 junio 2021

Keywords:

Modelling

Mechanical properties

Food processing

ABSTRACT

El objetivo inicial de este proyecto es el de crear un mortero en el que añadiremos un aditivo de cobre ya que nos parece que será la aplicación más versátil y a la que le podremos dar más aplicaciones, ya sea como fijante de azulejos, para el cual utilizaríamos un mortero a base de arcillas, margas y sepiolitas. Las muestras fabricadas con Cobre y Sulfato de Cobre serán ensayadas a tracción, compresión y ensayos de rotura Charpy.

© 2021 ESTRUMAT 2.0. All rights reserved.

1. Introducción

Se nos ocurrió que sería buena idea crear una silicona, un cemento o un mortero para azulejos tanto en los baños como en las cocinas, que tuviese propiedades bactericidas. Esto podría ser muy útil ya que disminuiría el riesgo de crecimiento de plagas, o la aparición de bacterias en baños públicos o en cocinas de restaurantes, aunque también podría tener aplicaciones para el uso de particulares.

En un principio pensamos en utilizar cobre en una mezcla de un mortero, ya que este tiene propiedades bactericidas que inactiva gérmenes, bacterias y virus. Esto nos pareció especialmente interesante teniendo en cuenta la situación en la que nos encontramos actualmente.

Para este proyecto hemos decidido crear un mortero en el que añadiremos un aditivo de cobre ya que nos parece que será la aplicación más versátil y a la que le podremos dar más aplicaciones, ya sea como fijante de azulejos, para el cual utilizaríamos un mortero a base de arcillas, margas y sepiolitas. Entre otros metales pesados como el oro o la plata, el cobre tiene propiedades antimicrobianas.

Estos interfieren con diversas moléculas biológicas como enzimas, ARN/ADN o membranas. El cobre permite reacciones de oxidación (perjudican a los microorganismos) pero genera radicales de hidróxido nocivos. Algunos ejemplos de organismos afectados por el cobre son:

- Influenza A (virus de gripe)
- MRSA (bacteria resistente a diversos antibióticos)
- Salmonella entérica (patógeno importante en humanos y otros animales domésticos)
- Mycobacterium tuberculosis (agente de la tuberculosis)

Una vez creemos el primer prototipo tendremos que comprobar si se mantienen las propiedades mecánicas necesarias como para poder utilizar este cemento en la industria, y si efectivamente cumple con sus propiedades al usarse como bactericida.

También tendremos que comprobar cuanto se encarecen los precios con respecto a un cemento ya instaurado en el mercado, para realizar

una proyección de mercado, al igual que calcular su huella de carbono. En el caso de que el empleo de cobre encarezca demasiado el precio, habíamos pensado que sería interesante utilizar sulfato de cobre, empleado en piscinas para evitar el crecimiento de algas y bacterias, o flúor, al igual que la posibilidad de una mezcla de las tres para optimizar la relación entre sus propiedades, el precio y su huella de carbono.

2. Materiales y métodos

2.1. Fabricación de las muestras

Comenzamos utilizando una base de mortero seco de albañilería M-7.5 con arena 0/3 calcio/silicio y aditivos inorgánicos. Este mortero tiene una resistencia a compresión a 28 días superior a 7,5 N/mm², según los datos de la ficha técnica del mortero. El resto de propiedades general del mortero se listan a continuación:

- Resistencia a la Unión: > 0.15 N/mm²
- Contenido en Cloruros: < 0,1%
- Densidad: > 1,3 gr/cm³
- Reacción frente al fuego: Clase A1
- Absorción de agua: < 2 Kg/(m²min^{1/2})

Las primeras probetas las realizamos empleando sulfato de cobre, ya que como hemos comentado anteriormente, tiene un precio de compra 10 veces inferior al del cobre en polvo. Realizamos pruebas variando desde un 2,5 % de CuSO₄ hasta un 25 %, con un 12 % de agua, recomendado por el fabricante, no obstante, decidimos emplear una mayor cantidad de agua hasta un 39 %, debido a que una vez añadido el CuSO₄ la mezcla era mucho más árida de lo necesario para poder formar el mortero, ya que la mezcla se veía sobresaturada.

Empleando la misma base de mortero, mezclamos cobre el polvo de 27 micrómetros de espesor, al igual que con el CuSO₄, variando desde un 2,5 % de Cu hasta un 25 % y un 12 % de agua. De nuevo, la mezcla

tenía una textura demasiado seca como para poder formar el mortero, y decidimos nuevamente aumentar la proporción de agua, hasta un 34 %.



Fig. 1. Proceso de fabricación de las muestras

Para la realización de las probetas empleamos unas tuberías de goma espuma de 20 cm de largo y 18 mm de diámetro, que pueden verse en la Fig. 1. Una vez rellenamos los cilindros con cada una de las mezclas las dejamos reposar 72 h en un ambiente seco y a temperatura ambiente, dentro de un cobertizo de madera. Fabricamos 2 probetas para cada porcentaje de aditivos, de tal manera que pudiésemos realizar tanto un ensayo de tracción y un ensayo Charpy para cada una de las composiciones.



Fig. 2. Curado de las muestras dentro de los moldes (tuberías de goma)

Hicimos unas hendiduras a 1,5 cm de cada extremo, previas al secado de las probetas, que atravesaban todo el diámetro de la probeta mediante la utilización de unas varillas de madera de 4 mm de diámetro, con la idea de facilitar las pruebas de resistencia mecánica, ya que así tendríamos un punto de apoyo para poder conectar la probeta a los pesos que utilizaríamos en el ensayo de tracción. No obstante, esto no funcionó ya que una vez secaron las probetas, se fracturaron la mayoría de las probetas por ambos extremos.

Cabe remarcar que antes de hacer las probetas de sulfato de cobre, ignorábamos que los sulfatos impiden que los cementos se formen apropiadamente. La explicación a esto, donde no caímos en cuenta, es que los iones sulfato procedentes del sulfato de cobre, reaccionan con el calcio formando $CaSO_4$ (Yeso) Este compuesto es un desecante, lo que haría que el agua no ayudase al cemento a endurecerse debidamente. Esto también explicaría la textura árida de nuestra mezcla, que tuviésemos que usar más agua, lo que también contribuiría a la integridad del mortero.

2.2. Métodos de ensayo

Como alternativa, para realizar el ensayo de tracción, atamos un nudo con una cuerda trenzada reforzada por cinta aislante, una vez aseguramos ambos extremos colgamos uno de ellos de una viga y desde el otro realizamos fuerza hacia abajo hasta conseguir partir la probeta, para medir la cantidad de fuerza realizada empleamos una báscula digital de equipaje.

Para el ensayo de Charpy, colgamos una pesa de 1 kg en modo de péndulo a una altura de 96 cm, y colocamos las probetas de una manera estratégica reposándolas sobre una escalera portátil de manera que la pesa golpee en el medio de la probeta de manera perpendicular. Aumentamos el ángulo desde el que dejábamos caer la pesa hasta que consiguiésemos partir la probeta.

El último ensayo de propiedades mecánicas, el de compresión, empleamos los restos de las probetas de las pruebas anteriores. Empleando un gato de apriete manual pudimos comprobar la resistencia a compresión de las probetas, para poder compararlas unas con otras ya que no fuimos capaces de calcular el par de apriete exacto que estábamos realizando. Aunque con la mayoría de las probetas con sulfato de cobre no fue necesario ya que se podían comprimir con los propios dedos, en cambio las probetas con cobre presentaron una resistencia notablemente mayor.

3. Resultados

Como se puede observar en las Tablas 1 y 2, las propiedades mecánicas al emplear sulfato de cobre son mucho más pobres con respecto a los resultados obtenidos con el cobre, ya que este último no varía mucho con respecto a un cemento convencional.

Por otro lado, al emplear cobre en la mezcla aumentaría el precio a aproximadamente 2 €/m² empleando únicamente un 2,5 % de cobre en la mezcla, un mortero convencional tendría un precio de 0,052 €/m², esta diferencia de precio es demasiado grande como para justificar el uso de cobre en la mezcla. Es posible que al realizar la mezcla a gran escala disminuyan notoriamente los precios.

Tabla 1. Resistencia mecánica de las muestras fabricadas con cobre

% Cu	Resistencia mecánica (N)	Resistencia compresión a (# vueltas)	Resistencia a rotura (J)
2.5	46.7	18	2.3
5	24	12	1.1
10	12.3	7	0.65
15	7.4	5	0.28
20	5.1	3	0.21
25	4.2	2	0.19

Tabla 2. Resistencia mecánica de las muestras fabricadas con sulfato de cobre

% CuSO4	Resistencia mecánica (kg)	Resistencia compresión a	Resistencia a rotura
2.5	6.7	-	-
5	3.2	-	-
10	1.8	-	-
15	1.3	-	-
20	0	-	-
25	0	-	-

Además, de la fabricación de las probetas se han podido extraer las siguientes conclusiones:

En probetas con Cu se aprecian dos fases distintas:

- La contracción del mortero al secarse expulsa el cobre hacia el exterior, tal y como puede apreciarse en la Fig. 2.
- Distribución más eficiente. Menos cobre en el interior del volumen, más en la superficie.

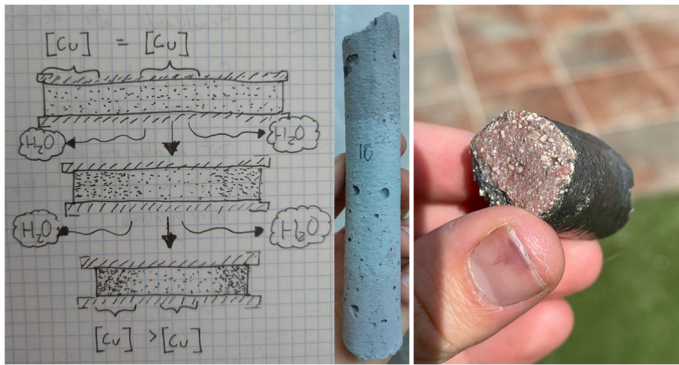


Fig. 2. Esquema del proceso de secado de las probetas (izquierda) y muestra de una probeta fabricada donde puede apreciarse el contenido en cobre (derecha).

4. Conclusiones

El principal problema de nuestro material son los costes demasiado elevados empleando cobre puro, aunque esto podría resolverse fabricando el material a gran escala. Aunque se ha observado también que el hecho de emplear sulfato de cobre hace que el mortero presente unas propiedades mecánicas demasiado débiles.

En el futuro, otros posibles temas de estudio podrían ser: evaluar la influencia de la temperatura, permeabilidad líquidos gases y vapores, degradación de mortero debido a microbios, etc.

5. Bibliografía

- [1] Ficha técnica del mortero utilizado
- [2] <https://aem.asm.org/content/aem/77/5/1541.full.pdf>
- [3] Artículo: Cobre como superficie desinfectante
- [4] Artículo: Degradación de materiales por efecto de bacterias.
- [5] Superficies de cobre, Univ. De Southampton, UK
- [6] Artículo: Oxido de cobre como agente antibacterias. Materiales con propiedades antibacterias.