

RECOMENDACIONES PARA LA INSTALACION Y SECADO DE LOS HORMIGONES REFRACTARIOS

Los hormigones a los que aquí nos referimos son definidos como el grupo de hormigones refractarios que tienen un fraguado con ligazón hidráulica. Se envían secos y desarrollan su resistencia cuando se mezclan con agua. Esta información no se refiere a los materiales especiales, tales como refractarios no conformados con ligazón fosfática, que algunas veces son llamados hormigones refractarios.

Estas instrucciones cubren los principios básicos aplicables a todos los hormigones. Hay folletos con las instrucciones individuales para cada producto y en el envase se da una información específica acerca de cada marca en particular.

1. No utilizar hormigones que se hayan deteriorado durante su almacenamiento.

Para que un hormigón refractario permanezca en buen estado el mayor tiempo posible, deberán tomarse las mismas precauciones que en el almacenamiento del cemento portland; en otras palabras, debe mantenerse completamente seco. No se almacenara donde pueda llover o donde hubiera goteras sobre los sacos. No deben almacenarse en suelo húmedo o de hormigón.

Cualquier hormigón refractario se convertirá, con el tiempo, en inadecuado para su uso aun en condiciones apropiadas de almacenamiento si exceden su vida útil que generalmente es de un año de su fabricación. Este periodo de tiempo se extiende en el caso de que existan las buenas condiciones de almacenamiento descritas en el párrafo anterior. En algunas ocasiones los hormigones que han sido almacenados bajo condiciones ideales con baja humedad relativa en el aire ambiente, están aun en buenas condiciones después de transcurrido dos veces al tiempo ya mencionado.

No es recomendable utilizar hormigones que contengan terrones o grumos. En los hormigones que han sido almacenados en pilas muy altas se formaran terrones en los sacos en la parte inferior, pero son vueltos

fácilmente a su tamaño original de grano, presionándolos con los dedos, si el material no ha fraguado. Si se encuentran terrones duros, definitivamente el material ha fraguado convirtiéndose en inadecuado para su utilización.

Si el hormigón no fragua en el tiempo normal o desarrolla una resistencia pequeña, es probable que se haya estropeado durante su almacenamiento, aunque esto también puede ser causado por condiciones de temperaturas muy bajas o por contaminación, como se indica más adelante. Si se tiene duda sobre la calidad del hormigón, tómese el número clave del saco y consulte a nuestro departamento técnico.

Es imposible regenerar el hormigón una vez que se ha dañado durante el almacenamiento.

2. Utilizar el tipo de anclaje recomendado.

Los tipos de refuerzos utilizados para el hormigón de construcción no son adecuados para las instalaciones refractarias. En el hormigón de construcción se utilizan varillas largas o mallas de acero soldadas, colocadas paralelamente a la superficie, dando buenos resultados, pues los cambios de temperatura raramente exceden de 38°C (100°F). Sin embargo, las condiciones son completamente diferentes con los hormigones refractarios, ya que están destinados a operar a temperatura mucho más altas. El acero dilata aproximadamente dos veces y media lo que el hormigón refractario por cada grado de temperatura y, por lo tanto, una varilla larga o una malla soldada expande mucho más que el refractario y en lugar de reforzar el hormigón, la expansión del metal causaría la rotura del mismo.

A través de muchos años de experiencia Harbison Walker Refractories ha desarrollado un sistema de anclajes (tanto de anclajes metálicos de una aleación adecuada como de anclajes refractarios) para soportar las condiciones de temperatura más diversas. Los anclajes metálicos son diseñados de tal forma que el calor pueda disiparse desde la parte caliente del anclaje hacia la coraza, evitando así un sobrecalentamiento de los mismos.

En nuestro sistema de anclajes no se usan varillas continuas o mallas cuya expansión pudiera romper el hormigón refractario.

Se hacen excepciones a lo dicho cuando se tienen capas delgadas de hormigón trabajando a temperaturas inferiores a 425°C (800°F), ya que pueden anclarse con malla de alambre de acero o galvanizada. También los hormigones refractarios son anclados a menudo colocando malla hexagonal de acero hasta temperaturas tan altas como 650°C (1200° F) en servicios donde existe abrasión fuerte.

3. Impermeabilizado de moldes porosos y parte adyacente al hormigón colado.

Es de mucha importancia recordar que un hormigón refractario desarrolla su resistencia y se endurece debido a su reacción entre el ligante hidráulico y el agua agregada para mezclarlo. Si no se agrega suficiente agua, esta reacción no llega a ser completa y el hormigón refractario no desarrolla su resistencia total. Las cimbras de madera que no han sido impermeabilizadas o una pared porosa pueden absorber el agua que el hormigón necesita para desarrollar su liga hidráulica.

Un método para evitar que salga el agua de la mezcla del hormigón es cubrir el molde, cimbra o parte posterior con algún tipo de capa impermeable, como aceite, parafina fundida o pintura de aluminio. En algunas ocasiones es más conveniente usar una lamina impermeable de plástico como sub piso antes de vaciar el hormigón refractario.

Cuando no son posibles estos métodos para impermeabilizar una superficie vieja de refractario puede rociarse con agua hasta saturarla, no debiendo existir charcos cuando el hormigón sea vaciado.

4. Revolver todo el material del saco cuando se use una parte de él.

Durante el transporte y manejo puede haber alguna segregación de partículas finas y gruesas. Si se utiliza algo del material del saco sin premezclado, la parte utilizada puede no tener el porcentaje adecuado de agregado y material ligante, obteniéndose un bajo rendimiento. Por lo

tanto, es necesario premezclar el hormigón cuando se vaya a utilizar parte del contenido del saco.

5. Evitar la contaminación

Si se introduce un material contaminante dentro del hormigón refractario durante el mezclado o su instalación, puede suceder:

- a) Que el hormigón refractario frague lenta o parcialmente.
- b) Que frague mas rápidamente de lo que debía y no de tiempo suficiente para que quede instalado adecuadamente, y
- c) Que sea la causa de que el hormigón tenga baja resistencia.

Cualquier fuente de contaminación debe de eliminarse. Hay que mantener limpio el equipo de mezclado y manejo del hormigón. El cemento Portland, por ejemplo, contamina muchos hormigones refractarios. No se debe añadir ningún material extraño, pues nuestros hormigones refractarios han sido preparados cuidadosamente en la fábrica y no necesitan ningún agregado, excepto agua limpia. Algunos materiales que causan contaminación son: aceite, sal, azúcar, harina, bórax, otros cementos, morteros y algunos tipos de plásticos refractarios.

6. Emplear la cantidad correcta de agua.

Como se explico en el punto 3º, una cierta cantidad de agua es necesaria para desarrollar la ligazón hidráulica. Una cantidad menor de agua reducirá la resistencia. Un material demasiado seco, no reúne las condiciones necesarias para su manejo y es difícil compactarlo en una masa solida que tenga la resistencia conveniente.

Por otro lado un exceso de agua, reduce la resistencia del hormigón refractario, igual que disminuye la resistencia del hormigón de cemento Portland ordinario. También, con una mezcla demasiado húmeda, puede haber segregación de los agregados y del ligante cuando se coloca el hormigón.

La prueba de lanzar al aire un puñado de hormigón una vez mezclado a una altura de unos 25 mm una docena de veces, si se rompe en pedazos

es porque está muy seco; y si se escurre entre los dedos es porque está demasiado húmedo. Lo correcto es cuando la bola se forma con la consistencia adecuada.

Las instrucciones en el envase indican aproximadamente la cantidad de agua necesaria y esta cantidad puede ajustarse con mayor precisión por medio de la prueba de la bola ya mencionada, con objeto de obtener las condiciones para trabajarlo. Puede haber una pequeña variación en la cantidad de agua necesaria de una carga de hormigón a otra. Tales factores, como el tipo y el tiempo de mezclado, pueden afectar a la cantidad de agua necesaria.

7. Mezclado apropiado.

Es importante, sobre todo, utilizar un equipo de mezclado adecuado.

Nunca debe de mezclarse un hormigón refractario sobre un piso o un cuezo o artesilla con escapes o vías de agua, donde parte del ligante pueda ser arrastrado con el agua que escapa.

Pueden mezclarse pequeñas cantidades a mano, en un cubo, carretilla, o por medio de un cuezo y una paleta de albañil.

Para el mezclado mecánico, se recomienda la mezcladora del tipo de paletas. Esta mezcladora también llamada mezcladora de mortero o yeso, tiene cuchillas sobre un eje de rotación horizontal y mezcla rápida y totalmente, desarrollando un buen resultado con la cantidad mínima de agua.

Aunque las mezcladoras del tipo de tambor se han utilizado extensamente con algunos hormigones refractarios, su acción de mezclado es menor que la de las mezcladoras de paletas. Este tipo de mezcladoras trabajan mejor para mezclas gruesas no plásticas, tales como hormigón de construcción ordinario. Algunos de los hormigones más adherentes, se pegan a los lados del tambor impidiendo una mezcla adecuada y que la carga se vacíe completamente. El tiempo de mezcla es, igualmente, tan importante como el uso del equipo adecuado. Si es hormigón refractario no es mezclado suficiente tiempo tendrá que agregarse agua para desarrollar el

resultado adecuado para su instalación. Con una mezcladora de paletas, los hormigones refractarios pesados requieren de 2 a 3 minutos de mezclado. No es prudente reducir el tiempo a menos de 2 minutos.

Los hormigones de peso ligero (aislantes) necesitan de una precaución adicional. Deben removerse durante el tiempo adecuado para que el agua y el hormigón queden uniformemente repartidos, ya que un tiempo de mezclado demasiado largo desintegra el agregado ligero, obteniéndose un mayor peso por metro cubico cuando se instala y reduciéndose la eficiencia del aislante.

Cuando se mezcla a mano, el agua debe agregarse gradualmente. Si se hace con una maquina, la mayor parte del agua deberá ponerse primero en la mezcladora. Mientras se mezcla, se añade el resto del agua necesaria para desarrollar la consistencia adecuada a su utilización. Donde no utilizarse este método, se medirá exactamente el agua necesaria para cada carga y se colocara en la mezcladora antes que el hormigón refractario.

Cuando un hormigón refractario se aplica con una maquina neumática, se produce, con frecuencia, tanto polvo que el operador no puede ver suficientemente para ejecutar un buen trabajo aun con una ventilación correcta. En tales casos es recomendable un premezclado con la cantidad de agua justa en una mezcladora de paletas, con objeto de reducir el nivel de polvo. Un beneficio secundario que se obtiene, es la reducción de pérdidas por rebote. Es mejor introducir el agua en la mezcladora por medio de un rociado fino, para asegurar su distribución uniforme. Agregando solamente la mínima cantidad de agua necesaria para mantener bajo el nivel de polvo, es más fácil, para el operador, controlar el agua en la boquilla y hay menos peligro de que el material salga demasiado húmedo produciendo un caudal no uniforme del material a través de la maquina.

8. Instalar el hormigón dentro del tiempo recomendado.

La mayoría de los hormigones refractarios fraguan mas rápidamente que los hormigones de construcción ordinarios. Deben de leer las instrucciones del envase para conocer el máximo de tiempo permitido desde que se

empieza a agregar el agua hasta que el hormigón sea instalado en el horno.

Si transcurre un largo periodo de tiempo antes de su colocación, el hormigón refractario empieza a fraguar y pierde parte de su resistencia y, si se utiliza, no se obtendrá una buena instalación. Una vez que el hormigón refractario ha empezado a fraguar, no se debe agregar agua para volver a producir una consistencia apropiada, sino que debe tirarse esta carga y utilizar nuevo material.

Algunos hormigones refractarios endurecen unos cuantos minutos después del mezclado por formación de geles. Esta no es la acción del fraguado hidráulico y no perjudica al producto. Si el endurecimiento es causado por geles y no por fraguado, se puede obtener nuevamente una buena consistencia trabajable, simplemente removiendo de nuevo, sin agregar agua.

9. Vibrado o picado adecuados del hormigón refractario para eliminar bolsas de aire.

Un vibrado, apisonado o removido deficiente del hormigón, provoca oclusiones de aire que dan por resultado una estructura porosa con baja resistencia. Las bolsas de aire y cavidades deben eliminarse del material para obtener homogeneidad y una estructura resistente. Con una cuchara de albañil o pala, se trabaja bien para picar la mayoría de hormigones refractarios. Para algunos de los hormigones más ligeros es mejor emplear una pieza de madera de 1x2" o 2x4" (25x50 o 50x100 mm). Para grandes masas de hormigones pesados, es bastante efectivo un vibrador para hormigón de $\frac{3}{4}$ o 1" (18'25 mm) de diámetro. Con el vibrador, es posible instalar fácilmente el hormigón cuando tiene la consistencia indicada por la prueba de la bola ya mencionada, obteniéndose muy buena resistencia.

Aunque la causa más frecuente de problemas es un insuficiente removido, también es perjudicial el vibrar o remover demasiado, pues se puede causar la segregación del ligante hacia la superficie o concentrarlo junto al vibrador si no se mueve este continuamente; si se retira el vibrador muy rápidamente puede quedar un orificio en el hormigón refractario. En el caso de hormigones ligeros, un exceso de vibrado puede comprimir o

separa el agregado, resultando un hormigón demasiado pesado y variando por lo tanto, su poder aislante. Como norma general, no debe utilizarse el vibrador con los hormigones refractarios aislantes.

10. No alisar las superficies para obtener acabado terso.

Algunas veces, el montador quiere un trabajo bonito alisando la superficie hasta obtener un acabado terso; esta hace que los finos lleguen a la superficie, sellándola y ocasionando un secado más lento, después de haber terminado el periodo de curado. También se produce desprendimiento de polvo de la superficie cuando el horno se pone en marcha y, en casos extremos, la delgada capa de la superficie puede desprenderse.

Es mejor raspar la superficie o nivel utilizando un tablón de madera. No alisar para obtener una superficie tersa usando una paleta de acero.

11. Evitar temperaturas extremas durante la instalación y mientras el hormigón refractario está desarrollando su liga hidráulica.

En la instalación del hormigón refractario, son perjudiciales, tanto las bajas como las altas temperaturas ambiente en que se realiza. Estas temperaturas, deben estar comprendidas entre 15 y 32° C (60 a 90°F).

A temperaturas más bajas, disminuye la velocidad a la que el hormigón refractario fragua y desarrolla su resistencia. A estas temperaturas, ligeramente superiores a la de congelación del agua, el tiempo de fraguado del hormigón aumenta más de dos veces en comparación con el normal.

Las temperaturas muy altas aumentan la velocidad de fraguado o endurecimiento del hormigón. Esto significa que habrá menor tiempo para el mezclado y colocación del material. Si el material está demasiado caliente en el momento de mezclarlo, puede ser necesario emplear agua fría para reducir la temperatura de la mezcla y prolongar el fraguado con el fin de que haya suficiente tiempo de instalarlo antes de que empiece a fraguar. Por esta razón es preferible no almacenar el hormigón cerca de los hornos o expuestos al sol.

12. No permitir que la superficie del hormigón se seque al aire en las 24 horas siguientes de la instalación,

No debe permitirse que el hormigón refractario se seque durante las primeras 24 horas después de su instalación, ya que esto disminuye el agua que necesita para desarrollar su liga hidráulica. Además se produce desprendimiento de polvo de la superficie cuando se pone en operación el horno. Como se explicó en el punto N° 3, lo mismo ocurre cuando los moldes o parte posterior no son impermeables. Este periodo de curado debe de aumentarse en épocas frías para permitir que el hormigón refractario tenga el tiempo necesario de desarrollar su ligazón hidráulica como se indico en el punto N° 11.

Una manera de proteger la superficie del hormigón refractario de la evaporación es rociarlo, a intervalos regulares, con una fina llovizna de agua. Se esperara a que el hormigón refractario fragüe parcialmente para que el agua de rocío no arrastre el ligante. Cuando pueda frotarse la superficie del hormigón con el dedo y no manche, está suficientemente duro como para empezar el rocío. Los hormigones refractarios más ligeros no requieren el rociado tan pronto ni tan a menudo como los hormigones densos, pues se les ha agregado más agua para obtener la trabajabilidad adecuada para su instalación. En atmosferas calientes y secas, el rociado se requiere con más frecuencia. En general, es aconsejable rociar los hormigones densos cada 30 minutos a 1 hora, hasta que se termine el periodo de las 24 horas de curado.

Con el método anterior se obtendrá un trabajo satisfactorio haciendo todo con mucho cuidado y con trabajadores concienzudos; un método mejor es aplicar una capa de material para curado a base de resinas cuando la superficie se ha terminado y no hay humedad libre sobre ella. Este tipo de material, fabricado para proteger la superficie del hormigón de la evaporación, forma una membrana impermeable que evita la evaporación del agua. El costo de la mano de obra se reduce considerablemente y el método es más seguro que el de rocío de agua.

Una capa impermeable de plástico, tales como las que se utilizan como barrera del vapor en construcción de edificios, es la mas efectiva para

Instalaciones como soleras y pisos de vagonetas. La capa puede colocarse sobre el hormigón refractario después de su instalación.

Cuando se revisten pequeños recipientes o ciclones, deben sellarse todas las aberturas para evitar la pérdida de humedad. La humedad relativa llega a 100% en el interior y se evita cualquier pérdida posterior de humedad en la superficie.

Un programa de calentamiento rápido hace que la cara caliente seque y eleve su temperatura mientras que el resto del hormigón se mantiene frío por la evaporación del agua. La cara caliente dilata causando el cuarteo de la cara fría. Como resultado, el revestimiento de hormigón refractario no es fuerte y se pierden algunas de las ventajas de un revestimiento monolítico.
