

Norma de utilización V 4.2

REFRAJETCRETE[®] Nanobond

Nota: Cotejando con los datos de la información de producto, asegúrese primero, por favor, de que esta norma es la que corresponde a su producto. Esta norma se refiere a la utilización de hormigones refractarios densos **REFRAJETCRETE[®]** exentos de cemento, del tipo **Nanobond** (material de tres componentes).

¡Las indicaciones dadas en este documento deben tenerse en cuenta al amasar e instalar el correspondiente hormigón refractario! ¡Cualquier modificación o desviación de estas indicaciones puede dar lugar a problemas de instalación importantes e incluso, dado el caso, a un fallo total del material refractario instalado! Esta norma da directrices generales para almacenaje, amasado e instalación del material refractario en cuestión. ¡Si a causa por ejemplo de las condiciones particulares reinantes en la obra pareciera necesario apartarse del procedimiento aquí descrito, debería consultarse a Refratechnik Steel GmbH antes de proceder a la preparación del material!

Almacenaje:

- De forma general: ¡Almacenar en lugar fresco, seco y protegido de heladas!
- Tanto el líquido aglutinante como el acelerador deben almacenarse siempre a temperaturas de > -20 °C.
- El tiempo de capacidad de almacenaje indicado en la información de producto es válido a partir de la fecha de fabricación y en caso de seguirse nuestras recomendaciones. Por favor, consulte dicha fecha impresa en el envase.
- Dependiendo de las circunstancias, un material almacenado correctamente puede utilizarse sin restricciones incluso una vez expirado el plazo de almacenaje. Para comprobarlo, realice antes una prueba de fraguado en una muestra. Si existen dudas, Refratechnik Steel GmbH puede comprobar el material almacenado más allá de dicho plazo.
- En caso de almacenaje inadecuado, el producto puede volverse inservible incluso mucho antes de transcurrir el

tiempo de almacenaje indicado, o puede presentar limitaciones en su calidad.

- La hoja original de plástico retractilado conviene dejarla sobre el palet como protección adicional el mayor tiempo posible. Dicha hoja protectora del palet no puede sustituir la protección de un techo.
- También el agua estancada, p.ej. por insuficiente drenaje del lugar de almacenaje, puede dañar al material.
- El apilado de las mercancías suministradas por nosotros (material ensacado, big-bags, etc.) será responsabilidad directa del transportista o del cliente. Refratechnik Steel GmbH no asumirá responsabilidad alguna por posibles daños resultantes de ello (daños en el embalaje, daños personales, etc.).

Protección y seguridad del personal:

- ¡Utilizar siempre una protección ocular adecuada, mascarilla antipolvo,

vestuario de protección y guantes de trabajo!

- ¡Tras amasar o aplicar el material, lavarse a fondo!
- ¡Prestar atención tanto a la hoja de datos de seguridad del material en seco como a las de los líquidos acelerador y aglutinante!

Observaciones generales:

- Este producto es un hormigón refractario exento de cemento y de fraguado químico inorgánico. Suministrado en estado seco en sacos de 25 kg o en big-bags, se amasa a pie de obra con el líquido aglutinante suministrado. El endurecimiento, en caso de gunitado, se realiza a temperatura ambiente exclusivamente bajo adición del acelerador. En caso de vertido, el endurecimiento se produce a temperatura ambiente bajo previa adición dosificada de un acelerador en polvo al componente en seco.

- Son posibles los siguientes métodos de instalación:
 - 1) Aplicación por el procedimiento **JETCRETE** (shotcreting).
 - 2) Aplicación como masa para vertido (sólo tras consultar con Refratechnik Steel GmbH).
- Los productos **REFRAJETCRETE®** Nanobond son materiales de tres componentes:
 - Componente 1: material en seco, envasado en sacos de 25 kg o en big-bags.
 - Componente 2: líquido aglutinante, envasado en bidones de PE o contenedores IBC de 1000 litros.
 - Componente 3: acelerador, envasado en bidones de PE de 30 o 100 kg.
- Deben amasarse siempre unidades de envasado completas (1 saco o 1 big-bag). La toma de cantidades parciales puede dar lugar a desmezclados o a cambios en las propiedades del material.
- La mezcla en seco se amasa exclusivamente con el líquido aglutinante suministrado. ¡En ningún caso debe añadirse agua!
- ¡Tanto el líquido aglutinante como el acelerador deben almacenarse siempre a temperaturas de $> -20\text{ °C}$! Durante la instalación del material, el hormigón amasado, el líquido aglutinante y el acelerador deben tener una temperatura de $> 5\text{ °C}$.
- Las bajas temperaturas pueden retardar o incluso impedir el proceso de fraguado; por ello la temperatura del material y del líquido aglutinante ha de ser de 5 °C como mínimo. Según sean las circunstancias, debe caldearse también el lugar mismo de instalación.
- En cambio, a temperaturas de más de 25 °C el proceso de fraguado puede acelerarse notablemente.
- ¡Por favor, tenga en cuenta el comportamiento de dilatación de cada material refractario para su construcción de horno específica! Los datos sobre cambio de longitud tanto reversible como irreversible vienen en la información de producto correspondiente. Según sean las condiciones de funcionamiento del horno así como los valores característicos específicos del material, deberán absorberse las tensiones que se originen mediante juntas de dilatación convenientemente dimensionadas.
- En la instalación de material refractario monolítico, debe prestarse atención al anclaje funcionalmente correcto sobre la construcción de horno existente o sobre el refractario preexistente o adyacente (anclajes de acero, sistemas de anclaje cerámico, etc.).
- Se deberá asegurar mediante medidas apropiadas que el agua liberada durante el proceso de secado o calentamiento (o vapor de agua) pueda salir sin presión del revestimiento refractario.
- En determinadas construcciones de horno o revestimientos refractarios, las medidas de secado pueden conllevar que el agua (o vapor de agua) no salga en dirección hacia el lado caliente (interior del horno), sino en la dirección contraria, hacia la virola de acero (lado exterior del horno). Hay que asegurar mediante medidas apropiadas que el agua o el vapor de agua pueda salir hacia el exterior. Se ha mostrado eficiente realizar como mínimo cinco orificios de 10 mm respectivamente por m^2 en el acero del lado exterior del horno.
- Hay que tener en cuenta la instalación del revestimiento en su totalidad (revestimiento de desgaste/ revestimiento permanente/aislamiento) por lo que a la eliminación de la presión del vapor de agua se refiere. Se deberá asegurar que incluso detrás del revestimiento de desgaste se instalen materiales con una permeabilidad suficiente (lo más alta posible) hacia la carcasa de acero.
- En caso de reusar revestimientos permanentes/capas e intercambiar únicamente el revestimiento de desgaste, cabe la posibilidad de que estos se vayan obturando con el tiempo por el transporte de agua, la contaminación con polvo, sales, etc. y no permitan el paso del agua. Por lo tanto, estas capas reutilizadas deberán cualificarse como contraproducentes en relación con el comportamiento de eliminación de agua. Según las circunstancias, es más seguro renovar también el revestimiento permanente para poder garantizar una permeabilidad perfecta hacia el lado frío.
- Para asegurar un proceso de secado continuo, hay que procurar durante todo el proceso de secado y/o calentamiento que la cámara del horno se abastezca siempre con cantidades suficientes de aire fresco en su integridad. Las masas de aire que circulan en la cámara del horno no deberán estar saturadas de humedad.
- ¡Durante el proceso de calentamiento, deberá evitarse siempre el contacto directo de las llamas con el revestimiento refractario! Un sobrecalentamiento fuerte puntual puede dañar el material refractario de forma masiva. Hay que asegurar que la totalidad del revestimiento a calentar se vaya calentando de manera uniforme, sin diferencias de temperatura significativas.

Amasado:

- Los productos **REFRAJETCRETE®** se suministran de forma estándar con un acelerador líquido para el procedimiento **JETCRETE** (shotcreting). ¡Este acelerador no debe en ningún caso añadirse a la amasada! ¡Los líquidos acelerador y aglutinante han de almacenarse a $> -20\text{ °C}$!
- ¡La mezcladora, las herramientas, los dispositivos de transporte, etc. deben estar limpios y libres de cualquier impureza!

- Para el amasado se requiere una mezcladora forzada.
- En cada amasada, tomar sólo el material que pueda aplicarse en unos 50 minutos.
- En la información de producto, o impresos en el envase, vienen los datos sobre la cantidad de líquido aglutinante necesario (valores mínimos y máximos). Debe tenerse aquí en cuenta si la dosificación se da en litros/100 kg o en kg/100 kg.
- ¡Si existiesen dudas sobre la reactividad del líquido aglutinante (p.ej. por sobrepasar el tiempo de almacenaje, por condiciones de almacenaje no definidas, etc.), antes de su utilización convendría ponerse en contacto con el Departamento I+D de Refratechnik Steel GmbH!
- Amasar primero el material brevemente (unos 30 segundos) en seco, a fin de eliminar posibles desmezclados producidos durante el transporte.
- Añadir a continuación, amasando al mismo tiempo, primero la cantidad mínima de líquido aglutinante. Esperar unos 2 minutos, hasta que quede todo bien amasado.
- La consistencia deseada a menudo no aparece hasta el final del tiempo de amasado, dado que primero han de disolverse los componentes finos del producto. Esperar primero, por tanto, hasta el final de dicho tiempo de amasado, sin intentar obtener la consistencia deseada en menos tiempo añadiendo más líquido aglutinante. La consistencia del material puede cambiar bastante de repente de "demasiado seca" a "exactamente la correcta". Si es necesario, puede añadirse el resto de líquido aglutinante hasta alcanzar la consistencia deseada. No debe sobrepasarse aquí, sin embargo, la cantidad máxima de dicho aglutinante.
- Continuar entonces amasando unos 2 minutos más.
- ¡No sobrepasar el tiempo máximo de amasado de 5 minutos!
- En ningún caso deben ir a parar al hormigón recién amasado sustancias extrañas o partículas de hormigón ya fraguado, ya que éstas podrían dar lugar también a un fraguado prematuro.

Aplicación:

1) Aplicación por el procedimiento JETCRETE (shotcreting)

- Principio básico para el procedimiento **JETCRETE**: Tras la operación de amasado, el hormigón se introduce en el depósito de almacenamiento de la bomba de doble émbolo; desde ahí es llevado, en forma de madeja de material continua a través de conductos de tubo y manguera, a un cuerpo de mezclado en boquilla. En éste la madeja continua de material es rota mediante inyección de aire comprimido y del líquido acelerador, plastificándose tan intensamente, que el hormigón puede gunitarse tanto horizontal como verticalmente. La dosificación exacta de acelerador y aire se realiza mediante una válvula reguladora en la boquilla, que ajusta el montador manualmente. Empezar con la dosificación más baja de acelerador, para ir aumentándola hasta que el material se plastifique sobre la superficie de instalación. Debe evitarse cualquier sobredosificación del acelerador. La dosificación correcta va de un 0,2% a máx. un 0,7% en peso.
- El contenido de líquido aglutinante indicado en la información de producto está calculado para una distancia de transporte estandarizada de 30 m, usando bombas de doble émbolo (tubo recto con un diámetro de 50 mm, trayecto horizontal). Las aplicaciones prácticas pueden tener condiciones distintas, como por ejemplo:

- Distancia de transporte > 30 m
- Trayectos verticales importantes
- Uso de tubos tipo manguera en lugar de tubos metálicos
- Diámetro del tubo < 50 mm
- Instalación de codos y reducciones de diámetro etc.

De esta forma, puede ser necesario compensar la resistencia de fricción adicional añadiendo una cantidad mayor de líquido aglutinante. Bajo estas condiciones, es posible que dichas cantidades superen el valor máximo señalado en la información del producto o la etiqueta del saco. Sin embargo, solo son admisibles bajo determinadas circunstancias y cumpliendo con los límites definidos. ¡En cualquier caso, se debe consultar a Refratechnik Steel GmbH previamente!

- Para la instalación de productos **REFRAJETCRETE®** han dado hasta ahora buenos resultados las máquinas de las casas Montanbüro, Allentown y Pumpmore.
- La bomba de líquido acelerador debería permitir llegar a una presión de como mínimo 20 bares.
- Requerimientos mínimos para el compresor necesario para inyectar la mezcla acelerador-aire: 7,5 m³/min - 7,5 bares.
- Por principio, el recorrido de transporte conviene mantenerlo lo más corto posible. ¡Por ello la máquina debería situarse lo más cerca posible del lugar de instalación!
- Como conductos de transporte son preferibles los tubos a las mangueras de goma, por sus menores pérdidas por fricción.

- Las tuberías y mangueras deben enjuagarse con un lubricante apropiado antes de su puesta en servicio.
- Un flujo continuado de la madeja de material constituye un prerrequisito para una estructura homogénea del mismo. El depósito de almacenamiento de la bomba de doble émbolo no debe quedar nunca vacío.
- El material no debe perder humedad debido al contacto con superficies secas y absorbentes. Por ello, antes de gunitar el material conviene humedecer cualquier revestimiento refractario ya existente. Cualquier superficie sensible a la humedad, p.ej. materiales aislantes, conviene cubrirla con hoja de plástico o similar.
- La distancia entre boquilla y superficie a recubrir debería ser de 30 cm como máximo.
- El material procedente de rebotes no debe reutilizarse en ningún caso.
- Conviene revestir los diferentes bloques (tamaño aprox. 1 m²) uno tras otro, prestando atención a no sobregunitar superficies ya endurecidas o fraguadas (riesgo de formación de capas y de desprendimientos).
- Inmediatamente tras el revestimiento de un bloque, puede ya repasarse su superficie.

2) Aplicación como masa para vertido

- Los hormigones REFRAJETCRETE® fueron concebidos primariamente para el método de instalación "shotcreting". Es también posible, con ciertas limitaciones, utilizar esta serie de productos como hormigones normales para vertido. ¡Antes de proceder a este tipo de utilización, debe consultarse con Refratechnik Steel GmbH!
- Los productos REFRAJETCRETE® se suministran de forma estándar con un líquido acelerador para el procedimiento

JETCRETE. ¡Dicho líquido no debe utilizarse en caso de aplicación como masa para vertido!

- Antes de su utilización como masa para vertido, debe añadirse al material en seco un aditivo en polvo. Este aditivo lo suministra Refratechnik Steel GmbH a petición del cliente.
- Si se utiliza un encofrado, prestar atención a que tenga suficiente estabilidad y superficies lisas. Utilizar aceite para encofrados.
- El material no debe perder humedad debido al contacto con superficies secas y absorbentes. Por ello, antes del vertido del hormigón conviene humedecer cualquier revestimiento refractario ya existente. Las superficies sensibles a la humedad, p.ej. materiales aislantes, conviene cubrirlas con hoja de plástico o similar.
- Durante su colocación o poco después, el hormigón ha de compactarse por vibración (p.ej. con un vibrador en forma de botella).
- Si se utiliza un vibrador en forma de botella, aplicarlo sólo hasta que no se observe ya más compactación. Extraer el vibrador del hormigón lentamente, para evitar inclusiones de aire.

Fraguado y endurecimiento a fondo:

- ¡Contrariamente a los hormigones de aglomeración por cemento, en los de aglomeración Nanobond no se produce desarrollo de calor relevante alguno! La refrigeración de las superficies mediante el pulverizado de agua, habitual en los hormigones de aglomeración por cemento, no se aplica en este tipo de hormigón!
- En caso de aplicación como masa para vertido, ha de tenerse presente lo siguiente: en el hormigón refractario, el endurecimiento necesario para el desencofrado se da normalmente tras 8–12 horas. Una temperatura ambiente

de pleno verano puede acortar claramente este tiempo, mientras que una temperatura hibernal o un material almacenado en lugar frío pueden alargarlo sensiblemente. Por supuesto, el desencofrado no debe realizarse hasta que el material esté suficientemente endurecido en todo su espesor ¡Atención: según las circunstancias, es posible que el núcleo del revestimiento todavía no se haya solidificado! Por ello en caso de duda conviene desencofrar mejor más tarde.

- El fraguado completo del hormigón refractario requiere 24 horas como mínimo. Hasta entonces el hormigón debe mantenerse protegido de heladas.
- Los valores de resistencia mecánica del hormigón Nanobond tras el fraguado (24 horas) son menores en comparación directa con los hormigones de aglutinación hidráulica. Aumentan claramente tras el secado, alcanzando a partir de una temperatura de unos 800 °C el nivel de un hormigón refractario defloculado de aglutinación hidráulica.

Secado y calentamiento:

- ¡En comparación con los hormigones refractarios de aglutinación hidráulica, los de aglutinación Nanobond presentan una sensibilidad claramente menor al calentamiento! El secado y calentamiento puede realizarse inmediatamente tras retirar el encofrado (revestimiento por vertido) o tras finalizar el procedimiento **JETCRETE.**
- Los revestimientos refractarios deberían secarse o calentarse inmediatamente tras finalizar su instalación para eliminar el agua que contienen. Hay que evitar que los revestimientos pasen un tiempo prolongado sin secar. En casos excepcionales, rogamos se dirijan con antelación a Refratechnik Steel GmbH.
- Cotejando con los datos de la información de producto, asegúrese, por

favor, de que dispone de las normas generales de calentamiento previstas para su producto.

- En el primer calentamiento, debe también prestarse atención a si el calor se transmite a otros materiales que no

soportan un calentamiento rápido.

- ¡Las normas de calentamiento deben seguirse de forma rigurosa! En este contexto, hay que asegurar que la curva de calentamiento correspondiente se

ejecute, controle y protocolice con varios termopares colocados en los lugares correctos. Es imprescindible asegurar una distribución homogénea de la temperatura a través de todo el revestimiento refractario.