

Diferencia de temperatura dentro de la cámara: el enemigo de la calidad

■ Daniel Rafter und Stefan Rick, Kraft Curing Systems GmbH, Alemania

Las zonas climáticas diferentes dentro de las cámaras de curado son más bien algo habitual en lugar de la excepción. Provocan diferencias de color y problemas en la resistencia de los productos de hormigón. Estos efectos están condicionados por el proceso de fraguado. Sirve de ayuda un buen aislamiento, así como una buena distribución de aire uniforme y el control del calor.

Las diferencias de temperatura dentro de las habitaciones son un estado normal

No hace falta ser un fabricante de hormigón para saber que el aire caliente asciende. Cualquier ha experimentado observado alguna vez este fenómeno, ya sea en una hoguera, en el grill o sobre el asfalto caliente en verano. ¿Pero por qué ocurre esto? El aire más caliente tiene menor densidad que el frío. Las moléculas absorben energía y se mueven con más rapidez, la distancia entre ellas es mayor.

En las habitaciones de una vivienda, esto se puede sentir en el propio cuerpo con temperaturas bajas. Un radiador

calienta el aire de la habitación y genera el efecto descrito al principio, que se intensifica debido a la construcción del radiador. Bajo el techo de la habitación se acumula aire caliente y seco. Cuando se enfría cae al suelo. Su capacidad de absorber humedad disminuye, la humedad del aire aumenta y enfría además la zona cercana al suelo de la habitación. El resultado, especialmente en invierno, es que, a la larga, la cabeza se calienta pero los pies se quedan fríos. Especialmente en las construcciones antiguas con un mal aislamiento y al calentar con radiadores de convección esto es lo habitual.

Los que en las habitaciones de una vivienda tiene un efecto poco confortable y en el peor de los casos tiene consecuencias para la salud, también es malo para los productos de hormigón de alta calidad. No obstante en este caso las diferencias son mucho más grandes. Mientras que en las zonas de la vivienda mal aisladas, con una altura del techo de 2,50 m se producen diferencias de temperatura de hasta 10 °C (p. ej. 17 °C en el suelo y 27 °C debajo del techo de la habitación), las diferencias dentro de las cámaras de curado pueden ser

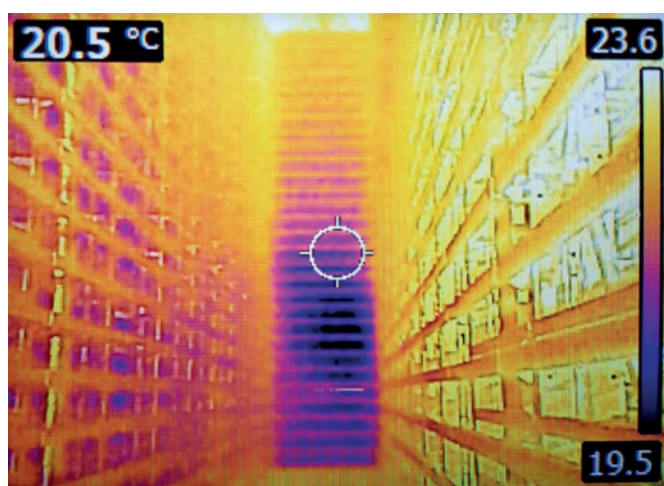


Fig. 1: Imagen térmica de una pila de bandejas llena en el pasillo de la estantería. Se aprecia claramente que en la parte inferior hay partes de la estantería y productos de hormigón que están relativamente fríos. Se van calentando según están colocados más arriba en la estantería: un efecto no deseado. (Fotografía: Kraft Curing Systems)

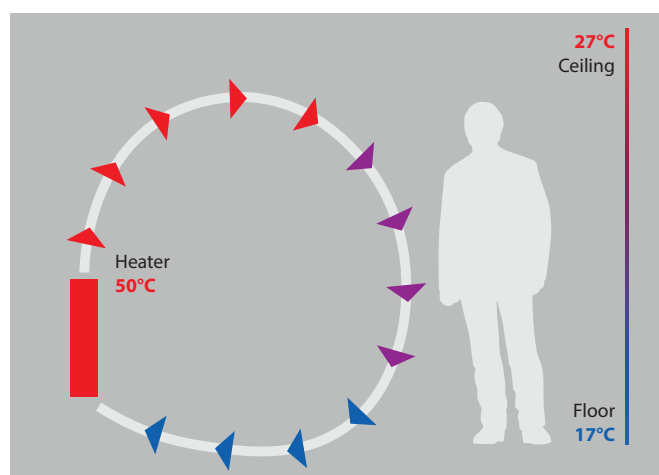


Fig. 2: "Cabeza caliente y pies fríos": el típico efecto en el caso de una calefacción clásica en habitaciones se puede trasladar a la situación en las cámaras de curado de hormigón y también provoca efectos negativos. (Dibujo: Kraft Curing Systems)



WWW.KRAFT-TREX.COM ◀

DOSIFICADOR DE GRANULADO T-REX

PROTECCIÓN POR CAPAS

PARA PRODUCTOS DE HORMIGÓN



Granulado biodegradable

ASEGURAMIENTO DE LA CAPA

Contra el deslizamiento

PROTECCIÓN DE LAS SUPERFICIES

Contra rayaduras

EVITA EFLORESCENCIAS

Circulación de aire favorece el fraguado

RESPECTUOSO CON EL MEDIO AMBIENTE

Granulado biodegradable

OPERACIÓN AUTOMÁTICA

Sensores reconocen los productos

SISTEMA DE GRAN DURABILIDAD

Sin piezas de desgaste



 **KRAFT
CURING**

WWW.KRAFTCURING.COM ◀

CONCRETE CURING SOLUTIONS. MADE IN GERMANY ◀

mucho más marcadas con alturas de techo de hasta 10 m. En las mediciones que ha realizado la empresa Kraft en el marco de investigaciones de cámaras de curado se han registrado diferencias de temperatura superiores a 20 °C.

Las diferencias de temperatura tienen un efecto negativo en la calidad del hormigón

Con el fin de lograr una elevada calidad del hormigón uniforme, los fabricantes de hormigón están interesados en un proceso de fraguado uniforme. Este fraguado, también llamado hidratación, debe desarrollarse de forma idéntica en todas las zonas de la cámara. Solamente así se podrán obtener productos de hormigón idénticos. La temperatura en el entorno del producto de hormigón es un factor de influencia clave para el desarrollo de este proceso químico.

A la vista de los requisitos de calidad cada vez más estrictos en todo el mundo por parte de los clientes, debido a las diferencias de temperatura durante el proceso de curado también aumenta el riesgo de reclamaciones. La tasa de piezas defectuosas aumenta, la fama como fabricante de calidad puede verse afectada. Se trata sobre todo de dos propiedades de los productos de hormigón listos que se ven afectados por las diferencias de temperatura: el color o la intensidad del color y la densidad o la resistencia.

La diferencia de temperatura provoca colores diferentes

Los efectos evidentes de las diferencias de temperatura en el entorno de la cámara de curado que incluso los legos en la materia detectan inmediatamente son las diferencias de color

Influence of Curing Temperature on Colored Concrete

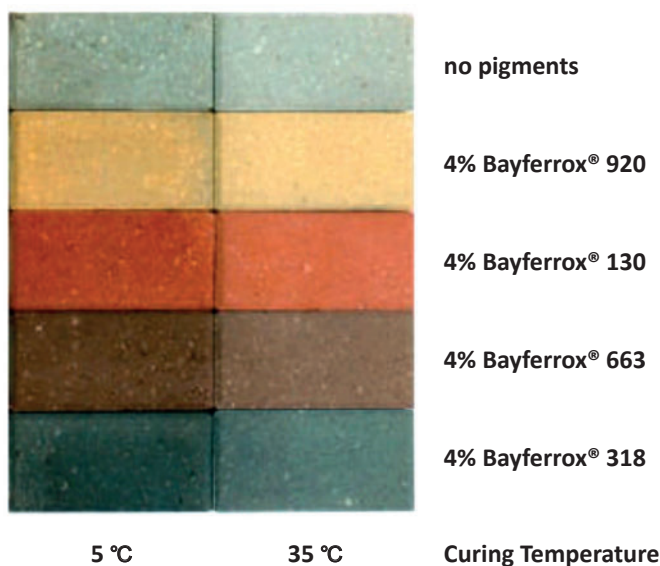


Fig. 3: Influencia de la temperatura de curado en la impresión de color en los bloques de hormigón. Las temperaturas más altas originan colores más claros. (Fotografía: "Verarbeitungstechnische Hinweise für Pigmente", Scholz Farbpigmente)

en el producto de hormigón. El motivo de ello es una hidratación que transcurre a velocidades diferentes. Con temperaturas más elevadas tiene lugar más rápido que con bajas temperaturas. Básicamente, la hidratación se realiza de tal manera que el cemento reacciona con el agua existente en la mezcla de hormigón formando la llamada pasta de cemento. Dependiendo de la temperatura a la que tenga lugar esta reacción, la pasta de cemento formará más o menos cristales con finas ramificaciones, las agujas de cristal.

El tamaño de los cristales y la finura de las agujas de cristal son responsables de cómo se disperse la luz que incide en el hormigón y qué impresión cromática se forme. "Unas temperaturas de curado superiores originan agujas de cristal más finas. Una dispersión de la luz más marcada y unas agujas de cristal más finas tienen como efecto que la tonalidad del hormigón sea más clara que la tonalidad de otro hormigón similar que se haya curado a una temperatura más baja. No obstante, por regla general, este fenómeno solo se detecta cuando la diferencia de temperatura ha alcanzado una magnitud determinada, es decir, por ejemplo, un hormigón curado al vapor comparado con un hormigón que se ha curado a una temperatura ambiente normal. (de: Einfärbung von Beton - Verarbeitungstechnische Hinweise für Pigmente, Veröffentlichung der Fa. Scholz Farbpigmente, 11/2011)"

En este contexto es importante que se trate de un efecto duradero. El proceso de la cristalización de las partículas de cemento finaliza en pocas horas. No se puede esperar que los bloques listos se aclaren posteriormente a los días de almacenamiento.

La diferencia de temperatura provoca resistencias diferentes

Un efecto también importante de las diferencias de temperatura en el entorno del curado que no se detecta enseguida son las diferencias en la resistencia de los productos de hormigón. Además de los factores de influencia conocidos como el valor de la relación a/c y el tipo de cemento, hay factores del clima como la humedad y la temperatura que son determinantes para el desarrollo de la resistencia del hormigón. Al inicio de la hidratación, la resistencia se desarrolla más rápido y conforme transcurre el proceso va siendo cada vez más lenta. La temperatura tiene una gran influencia en el desarrollo de la resistencia, sobre todo en la resistencia inicial. "Las influencias tienen un mayor efecto especialmente en el curado inicial durante los primeros días. Un valor bajo del valor de la relación agua-cemento y una elevada resistencia del cemento proporcionan un desarrollo de la resistencia más rápido. Asimismo se acelera con una temperatura más elevada" (de: beton.wiki: Festigkeitsentwicklung).

También en la resistencia tiene un efecto duradero la influencia de la temperatura de curado. Tal y como se aprecia en la fig. 4, con bajas temperaturas, incluso después de un periodo de almacenamiento de 28 días, la resistencia final aún no se ha desarrollado tanto como con una temperatura de producción de 20 °C. También en este caso no sirve de ayuda tan solo esperar lo suficiente para conseguir la resistencia final deseada.

Development of Concrete Strength in % of the strength developed after 28 day at 20°C

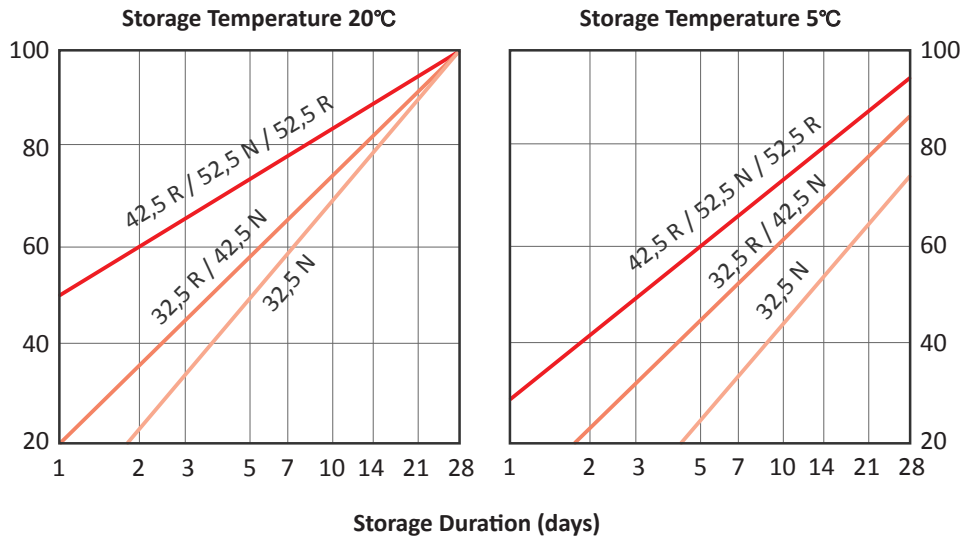


Fig. 4: Representación de la dependencia del desarrollo de la resistencia de diferentes cementos a temperaturas diferentes. (Gráfico: Kraft Curing Systems)

Dependiendo del cemento utilizado, los efectos que se pueden observar son a veces más intensos y a veces menos marcados. Pero siempre están presentes, y no se desean en ningún caso, porque el resultado es mala calidad. El curado de un bloque de hormigón a temperaturas demasiado bajas puede provocar el desprendimiento de esquinas y cantos (efecto inmediato) o a un desgaste más rápido y una durabilidad más corta (efecto a largo plazo). Si se producen problemas en un lote con bloques correctos, en determinadas circunstancias puede que se reclame el lote entero.

Evitar las diferencias de temperatura, pero ¿cómo?

Comprender estos problemas es decisivo para encontrar una solución. La empresa Kraft Curing Systems opina que el cu-

rado acelerado de productos de hormigón debe realizarse sin afectar a la calidad del producto, el color y la resistencia. Como especialista en el desarrollo de instalaciones de calefacción y climatización para la industria del hormigón con más de 25 años de experiencia, la empresa Kraft ha hecho frente a este reto y con Quadrix® ha creado un sistema que ofrece un entorno de curado uniforme para el curado acelerado de losas y adoquines de hormigón. Con el fin de aumentar más la uniformidad del clima de curado, además del sistema Quadrix, Kraft ha creado una estantería de curado propia que desempeña un papel activo en el proceso de curado.

Mediante la integración de la estantería en el sistema de curado (los pilares y las conexiones transversales sirven de canales de aire), el sistema de Kraft puede mover una gran

Máxima precisión para los mejores productos



WÜRSCHUM

Expertos en dosificación de colores y aditivos

TECNO GERMA

Nuestro representante:
Tecnogerma Ibérica, S.L.
Tel.: +34 925 674 740
info@tecnogerma.es



Würschum GmbH
info@wuerschum.com - Tel.: +49 711 448 13-0

COM 70-2 + MINI-COM



Fig. 5: Mediante la integración de todos los pilares en la pared de la cámara, la estantería de Kraft traslada el punto de rocío de la losa del suelo hacia fuera, evitando así la condensación y la corrosión. (Fotografía: Kraft Curing Systems)

cantidad de aire caliente, normalmente 30 000 m³ a la hora, con una velocidad del aire extremadamente baja por toda la construcción de la estantería. Este nuevo planteamiento permite obtener una precisión de la temperatura de +/- 1 grados centígrados en cualquier punto del entorno de curado, además independientemente del tamaño y de la forma de la cámara. El equipo Quadrix, como elemento principal del sistema, ofrece temperaturas de curado ajustables entre 35 y 40 grados centígrados con una eficiencia energética del 94 % e incluso superior. Unos potentes ventiladores radiales, un intercambiador de calor y un quemador de acero inoxidable en combinación con la estantería de curado de Kraft mantienen esta temperatura especialmente uniforme por toda la zona de curado.

Si la unidad Quadrix es el corazón del sistema, la estantería son los pulmones, que contribuyen a crear un entorno de curado homogéneo. En las estanterías convencionales se utilizan en la mayoría de los casos entre 8 y 16 canales verticales para distribuir el aire en la cámara. Esto origina obligatoriamente una mezcla no ideal del aire de entrada caliente y el aire de la cámara, de manera que se producen diferencias de temperatura nada favorables, como se muestra en la imagen térmica. En la estantería de curado de Kraft se elimina este problema. Aquí más de 100 orificios de aire proporcionan una distribución de temperatura especialmente uniforme al mismo tiempo que una velocidad del aire muy baja. Gracias a su nuevo papel como canales de entrada de aire, los pilares de la estantería también contribuyen a calentar la losa del suelo. Esta tiene el efecto de acumulador de calor y mediante el calor irradiado libera calor lentamente al entorno de curado, de forma similar a una calefacción de suelo radiante.

Además de conseguir una diferencia de temperatura muy reducida dentro del clima de curado, en el sistema Kraft el empleo de pilares como canales de aire mejora la durabilidad de la estructura. El aire caliente que pasa por los pilares tiene un efecto de calefacción sobre el acero. De modo que toda la construcción está más caliente que el aire del ambiente, de

manera que se evitan la condensación y la corrosión. En los sistemas tradicionales, las losas del suelo mal aisladas pueden formar puentes térmicos hacia fuera. Por eso en la pared de la cámara siempre hay temperaturas más bajas que en el interior de la estantería. Los pilares exteriores siempre están más fríos que los interiores. Aquí se puede acumular agua de condensación y en consecuencia, los pilares se pueden corroer y a largo plazo provocar el fallo de toda la estantería. Como en el sistema de estanterías Kraft todos los pilares de la pared de la cámara están abastecidos de aire caliente, el punto de rocío se traslada hacia fuera de la cámara de curado, donde a la estructura de la estantería ya no se le pueden causar más daños.

El resultado de esta construcción elaborada es un entorno de curado a medida completamente equilibrado, que hace posible que los fabricantes de hormigón controlen por completo un aspecto tan importante como la temperatura dentro de la cámara.



Kraft Curing patrocinó la posibilidad de descarga gratuita del archivo pdf de este artículo para todos los lectores de PHI. Visite la página web www.cpi-worldwide.com/channels/kraft_curing o escanee el código QR con su smartphone para acceder directamente a esta página web.



MÁS INFORMACIÓN



CONCRETE CURING SOLUTIONS · MADE IN GERMANY

Kraft Curing Systems GmbH
Mühlenberg 2, 49699 Lindern, Alemania
T +49 5957 96120, F +49 5957 961210
info@kraftcuring.com, www.kraftcuring.com