



Hydronix

Cómo controlar la caída en la producción de hormigón mediante los sensores de humedad Hydronix

El hormigón cuenta con un consumo mundial de aproximadamente 1 tonelada por persona al año, lo que lo convierte en la segunda sustancia más consumida en la Tierra después del agua. Se compone de tres elementos: árido y arena (agregados), cemento (aglomerante) y agua. Cuando se combinan con los porcentajes correctos, estos elementos crean una reacción química que permite que el hormigón fragüe.

Existen dos tipos distintos de hormigón, prefabricado y ya preparado. El hormigón prefabricado se produce habitualmente en una planta dosificadora y se entrega en la obra mediante hormigoneras donde se utiliza en un estado recién mezclado. El hormigón ya preparado se utiliza para producir elementos de hormigón de molde individual que habitualmente forman parte de una estructura más amplia. Este tipo de hormigón se produce dentro de una planta especializada y está sujeto a estándares de calidad más rigurosos. El control de la humedad es una parte vital del proceso de fabricación. Ambos tipos de hormigón requieren una fabricación con una fórmula específica y materiales en los niveles de porcentaje correctos para garantizar la consistencia, calidad y resistencia del hormigón.



El productor de hormigón a menudo utiliza una prueba de caída para comprobar la maniobrabilidad, fluidez y consistencia de la mezcla de hormigón. Existen varios factores que influirán en la prueba de caída, incluidos porcentajes de los agregados, aditivos y también contenido de humedad. Esta descripción explica cómo añadir medición de humedad por microondas digital a la planta de hormigón puede ayudar a producir hormigón consistente lote tras lote y por lo tanto también propiedades de caída consistentes.

¿Por qué es importante el control de la humedad?

En un mundo perfecto, tanto los agregados como el cemento estarían completamente secos, de forma que la cantidad de agua requerida para cada lote sería un volumen fijo y la calidad del hormigón producido sería idéntica lote tras lote. Sin embargo, los agregados se almacenan por lo general en un montón, normalmente en el exterior, y aunque un buen almacenamiento puede ayudar, incluso para materiales almacenados en cubas cubiertas, la humedad presente en los agregados cambiará constantemente debido a los efectos inevitables del drenaje.



Ilustración 1: Drenaje de humedad natural a través de un montón de agregado

En las plantas dosificadoras de hormigón modernas, la cantidad de materiales requeridos se pesan normalmente y la fórmula se calcula mediante el peso «seco» asumido de los materiales. No obstante, dentro de los agregados pesados habrá una cantidad de agua desconocida. Aunque esta nota se centra en la caída, el exceso de agua o el contenido de humedad en la arena y áridos puede afectar completamente al porcentaje de agua/cemento, el porcentaje de áridos/cemento, acumulación y de la misma manera color de la mezcla. Esto conducirá a inconsistencias en la caída, resistencia, color y calidad con un producto de calidad inferior como resultado final.

¿Por qué es importante que el cálculo de la humedad sea correcto?

Si el productor de hormigón sigue una fórmula definida mediante cantidades pesadas de agregados y cemento, añadiendo después la cantidad de agua especificada a la mezcla, cada lote producido variará debido a la cantidad de agua desconocida y diferente contenida dentro de los agregados. Por ejemplo, si una fórmula especifica 1000 kg de agregados, entonces, a menos que estos estén secos al 100 %, la cantidad pesada no será de 1000 kg de agregados, sino una mezcla de agregados y agua.

Cálculo de la humedad

La única manera de determinar con exactitud la humedad de un agregado mediante una prueba de laboratorio es tomar una muestra del agregado, pesarla (y su contenedor) y secar la muestra para evaporar el agua. A continuación se deberá volver a pesar la muestra. Normalmente se realiza un segundo y tercer ciclo de secado según sea necesario hasta que no haya pérdida adicional de peso (lo que significa que la muestra está completamente seca).

Posteriormente se realizan cálculos para corregir cualquier humedad adicional en los materiales, lo que garantiza que el porcentaje de agregado es correcto según la fórmula de la mezcla con peso en seco. A continuación se muestra un ejemplo del cálculo usando números sencillos para explicar el concepto.

Peso del contenedor	=	500,0 g	
Peso total de la muestra mojada y del plato	=	1500,0 g	
Peso total de la muestra seca y del plato	=	1409,1 g	
Pérdida de peso debida al calentamiento	=	1500,0 - 1 409,1	= 90,9 g
Peso seco de la muestra	=	1409,1 - 500,0	= 909,1 g
Peso mojado de la muestra	=	1500,0 - 500,0	= 1000,0 g

Estos valores se pueden utilizar para calcular el porcentaje de agua en el material de la siguiente manera:

$$\text{humedad con base seca \%} = 100 \times \frac{\text{peso del agua}}{\text{peso del material seco}} = 100 \times \frac{91}{909} = 10 \%$$

Los mismos valores utilizados para obtener la humedad con base húmeda darían:

$$\text{humedad con base húmeda \%} = 100 \times \frac{\text{peso del agua}}{\text{peso del material húmedo}} = 100 \times \frac{91}{1\ 000} = 9,1 \%$$

Se puede observar fácilmente cómo se debe mantener consistente la base de la medición durante cualquier cálculo de humedad y el funcionamiento.

La ventaja de trabajar con valores de humedad con base seca es que es mucho más sencillo utilizarlos para calcular el peso objetivo a partir del peso de cálculo.

Cómo afectan los cambios en la humedad a los porcentajes de material

Los siguientes ejemplos demuestran el efecto de las variaciones de humedad en los agregados en el porcentaje de materiales de la mezcla. Aparte de la humedad total, el porcentaje de materiales en la mezcla es un factor clave para determinar la caída del hormigón.

Si se pesa un lote que presenta un 10 % de humedad en la arena y un 0 % de humedad en la grava (mediante el método del peso seco), entonces la siguiente tabla muestra la mezcla de material:

Material	Peso objetivo	Humedad	Peso seco actual
Arena	1000 kg	10 %	909 kg
Grava de 8 mm	500 kg	0 %	500 kg

La proporción de arena y grava es 1,8: 1

Sin embargo, si se dosifica un segundo lote, este con arena al 0 % de humedad y grava al 5 % de humedad:

Material	Peso objetivo	Humedad	Peso seco actual
Arena	1000 kg	0 %	1000 kg
Grava de 8 mm	500 kg	5 %	476 kg

La proporción de arena y grava es ahora 2,1: 1.

Esto produce una diferencia significativa en el porcentaje de materiales entre lotes, y a menos que se corrija, influirá directamente en la calidad del hormigón producido. Por lo tanto, es esencial que la cantidad agua contenida dentro de los agregados se mida con exactitud y que se añada el peso seco del material a la mezcla ajustado consecuentemente.

El agua final añadida en la etapa de mezcla se puede ajustar según los contenidos de humedad del agregado para conseguir un porcentaje agua/cemento preciso y una caída acorde. Sin embargo, para conseguir un rendimiento óptimo, se recomienda controlar por separado la humedad y el agua añadida en la mezcla. Para más información sobre esto, recomendamos que visite nuestra página web.

Problemas asociados con variaciones en la humedad

Si la mezcla de hormigón tiene las proporciones equivocadas o el nivel de humedad es incorrecto, esto creará problemas con la consistencia, la maniobrabilidad o la caída del hormigón. Los productores de prefabricado deben garantizar que su hormigón mantendrá la consistencia correcta y que podrá producir la caída y resistencia correctas cuando se entregue al cliente.

Para los productores de hormigón ya preparado, las variaciones en la humedad también ocasionarán problemas con moldes y encofrado cuando se fabriquen componentes. Ejemplos de esto incluyen tuberías que colapsan tras retirar el núcleo o bloques

que se desmoronan tras la salida de la máquina de bloques. Las losas de hormigón aligeradas también son claros ejemplos donde el hormigón se puede hundir o deformar a medida que la máquina de losas aligeradas desciende por la línea.

Uno del resto de problemas asociados con la variación de humedad en agregados, es que el área de la superficie de los agregados cambiará (es decir, menos agregados de lo previsto). Esto es de gran importancia a la hora de añadir colores a un lote de hormigón, dado que el revestimiento del área de la superficie mediante el pigmento de color variará según cambien las proporciones de la mezcla. Esto causará una inconsistencia de color entre lotes diferentes que puede acarrear gastos importantes en color adicional para corregirlo.



Ilustración 2: Un ejemplo de hormigón aligerado en colapso debido a una consistencia incorrecta

¿Qué método de medición de humedad debería utilizar?

Aunque los resultados de las pruebas de secado de laboratorio son precisas, requieren mucho tiempo y este método no admite realizar ningún cambio en los porcentajes de material a tiempo real. Existen varios métodos diferentes de medición de la humedad, como el capacitivo, resistivo, por infrarrojos y microondas. Estos se pueden utilizar para automatizar el proceso y tienen sus propias ventajas y desventajas. Uno de nuestros sistemas más popular es por microondas, sin embargo, a diferencia de otros sistemas que miden mediante el método análogo, los sensores Hydronix utilizan una técnica de microondas digital única que no se ve afectada por impurezas, color, tamaño de partícula o temperatura, y tiene una precisión del $\pm 0,2\%$.

Ventajas económicas al utilizar la medición de la humedad por microondas de Hydronix

Así como una mejora inmediata de la calidad y la consistencia del hormigón producido, lote tras lote, el productor de hormigón también se beneficiará de una rentabilidad incrementada. Esto se puede definir ya sea por una reducción de la cantidad de material inservible o de residuos, o por una mejora en la eficiencia del material utilizado. Las ventajas incluyen:

- Reducción de la cantidad de materiales inservibles por porcentajes de mezcla no adecuados.
- Reducción de la cantidad de cemento utilizado para conseguir una resistencia correcta.
- Calidad repetible y adecuada.
- Maniobrabilidad y caída adecuadas.
- Acabado de superficie adecuado.
- Los aditivos de color se pueden utilizar con más eficiencia.

¿Qué sensor?

Hydronix ofrece una selección de sensores de humedad por microondas digitales que pueden instalarse en partes diferentes del proceso. Todos los sensores Hydronix miden a 25 veces por segundo y transmiten datos de humedad al sistema de control a tiempo real, lo que permite un ajuste inmediato ya sea en la cantidad de agregados que se pese, la mezcla de materiales o la cantidad de agua añadida al mezclador. Los sensores Hydronix también realizan todo el procesamiento directamente dentro del propio sensor y envían un resultado lineal real al sistema de control, a diferencia de otros sensores disponibles en el mercado.

Medir humedad en cubas separadas, tolvas y cintas de transporte

La medición de humedad mediante un sensor Hydro-Probe generalmente se realiza cerca de la puerta de la cuba del agregado, ya que esto garantiza las lecturas más fiables dado que los agregados pasan por el cabezal de sensor cerámico sin obstaculizar el flujo de material. Según los requisitos de la planta, el sensor se puede instalar en el cuello o bajo la cuba. Una vez que se haya configurado correctamente el sensor, se pueden tomar lecturas de humedad como una media para cada lote y el sistema de control de la planta puede ajustar el peso pesado de cada agregado a tiempo real. Esto garantizará que se procese el peso seco correcto.



Conclusión

Añadir medición de humedad por microondas digital y control al proceso aporta una solución sencilla y rentable para el productor de hormigón. El hormigón resultante será consistente lote tras lote, lo que mejorará la calidad del producto y reducirá residuos o material inservible. El control de humedad se puede instalar fácilmente en plantas nuevas o existentes y la rentabilidad de la inversión se puede apreciar al poco tiempo, muy a menudo solo meses después de la instalación dependiendo de la producción de la planta.

Acerca de Hydronix

Hydronix, establecida en 1982, y con más de 85 000 unidades vendidas, es el líder de mercado mundial para instrumentación de medición de humedad por microondas en el sector del hormigón y de la construcción. El suministro de soluciones para la medición de la humedad tanto para agregados como para hormigón fresco durante la mezcla y la red de ventas y asistencia a nivel mundial, hacen que los productos Hydronix sean la opción predilecta para los productores de hormigón.

Hydronix Limited, Units 11-12 Henley Business Park, Pirbright Road, Normandy, Surrey, GU3 2DX, R.U.

Tel.: +44 1483 468900 E-mail: enquiries@hydronix.com