

PROBLEMAS, CAUSAS Y SOLUCIONES

Abril ■ 2013



EDITADO POR EL INSTITUTO
MEXICANO DEL CEMENTO Y
DEL CONCRETO, A.C.

Industria de la Construcción

–Concreto Hidráulico– Determinación
del Contenido de Cemento en
Concreto Endurecido



68

SECCIÓN
COLECCIONABLE

Industria de la Construcción –Concreto Hidráulico– Determinación del Contenido de Cemento en Concreto Endurecido

En este resumen se presenta la Norma Mexicana NMX-C-154-ONNCCE-2010. Usted puede emplear la siguiente información para familiarizarse con los procedimientos básicos de la misma. Sin embargo, cabe señalar que las líneas que siguen no reemplazan al estudio completo.

Objetivo y campo de aplicación

Esta norma mexicana establece el método de ensayo empleado para determinar el criterio de cemento hidráulico. Aplica para el cemento endurecido, excepto en aquellos casos que contengan ciertos agregados o aditivos que bajo condiciones de ensayo liberen sílice (SiO_2) o cal (CaO) soluble.

Referencias

Esta norma se complementa con las siguientes normas mexicanas vigentes o las que las sustituyan.

- NMX-C-030-ONNCCE Industria de la construcción-Agregados-Muestreo.
- NMX-C-131-ONNCCE Determinación del análisis químico de cementos hidráulicos.
- NMX-B- 231 Cribas para la clasificación de materiales granulares.

Equipo

Mufla eléctrica: Deberá tener dimensiones mínimas de 20 cm de ancho y 45 cm de largo además de ser capaz de mantener una temperatura constante hasta de 873K (600°C).

Cajas de acero inoxidable: Serán de forma rectangular; abiertas en la parte superior con asas para fácil manejo y fabricadas con lámina de acero inoxidable de 1.6 mm de espesor. Las dimensiones de las cajas deben ser las necesarias para poder introducir las a la mufla y que puedan contener 2 Kg de concreto mínimo.

Pinzas mecánicas: Es el aditamento adecuado para mover las cajas.

Cribas: Deberán tener una designación de 3.35 mm (No. 6), 0.300 mm (No. 50) 0.150 mm (No.100) y (No.200), con tapa y fondo.

Pulverizador de disco o similar Espátula mediana

Brocha: De preferencia deberá ser de cerda de camello.

Charola: De lámina de acero.

Balanza granataria: Con capacidad de 5 kg y aproximación de 0.1 g.

Balanza analítica: Con sensibilidad de 0,0001 g.

Vasos de precipitado: Con capacidades de 100 cm^3 , 250 cm^3 y 400 cm^3 .

Matraz: Aforados con una capacidad de 250 cm^3 y 500 cm^3 .

Bureta: Con una capacidad de 50 cm^3 .

Probetas: Graduadas con una capacidad de 25 cm^3 , 50 cm^3 y 100 cm^3 .

Materiales auxiliares:

- Ácido clorhídrico (HCl, 1:3). Se prepara con la mezcla de 200 cm^3 de ácido clorhídrico (con densidad de 1.19) y 600 cm^3 de agua destilada.
 - Ácido clorhídrico (HCl, 1:9); se prepara con la mezcla de 100 cm^3 de ácido clorhídrico (con densidad de 1, 19) y 900 cm^3 de agua destilada.
 - Solución de hidróxido de sodio (NaOH, 1%), se prepara disolviendo 5 g de hidróxido de sodio y se diluye con agua destilada hasta completar 500 cm^3 .
 - Ácido fluorhídrico (HF) al 48% de concentración.



- Ácido sulfúrico (H_2SO_4) concentrado (con 1.84 de densidad).

Condiciones ambientales

Las condiciones ambientales son las que imperen en el lugar al momento de realizar el ensayo.

Preparación de la muestra

Para el secado y deshidratación de la muestra se debe tener cuidado de que la muestra por ensayar sea representativa del material bajo el ensayo.

Hay que mezclar varias porciones de concreto, de aproximadamente 5 kg. El propósito es homogeneizar las irregularidades que pudiese tener y con la ayuda de un martillo romper los trozos de concreto hasta tamaños más o menos de 50 mm a 75 mm; reducir por cuarteo los fragmentos, hasta que la muestra compuesta se minimice entre 1,500 g a 2,000 g. Secar a una temperatura de 378 K ($105^\circ C$) y colocar a continuación en una caja de acero inoxidable la cual se introduce a la mufla eléctrica y que previamente se ha calentado a 823 K (550°). Se mantiene la muestra durante 3 h a esa temperatura.

Después de este tratamiento térmico que destruye la resistencia del concreto, se sacan, se mezclan y se determina la masa de los fragmentos. Esta masa se denomina M_3 de la muestra deshidratada y representa la masa del cemento y los agregados. Para la disgregación de la muestra de concreto puede aplicarse alguno de los métodos que se describen a continuación:

Para el primer método, se colocan 109 porciones de la muestra deshidratada sobre la criba 3.35 mm (No.6) a la que se le ensambla el fondo. Habrá que limpiar a mano cada porción de agregado retenido y remover las partículas adheridas de cemento y agregado fino con ayuda de espátula y navaja.

Cepillar el retenido con cuidado para no perder material. En caso de que el tratamiento térmico haya destruido o fragmentado demasiado el agregado grueso y la selección por la criba 3.35 mm (No. 6).

Determinar la masa de la porción retenida en la criba 3.35 mm (núm. 6); registrar y colocar la muestra en un vaso de precipitado adecuado. Lavar con solución de ácido clorhídrico (1:9), para disolver el cemento adherido.

Si el agregado es claramente insoluble en el ácido, el lavado con ácido se continúa hasta que no se desprenda gas de la solución. En el caso de que el agregado sea relativamente soluble en ácido, el lavado se suspende tan pronto como el agregado se vea relativamente



limpio. A continuación debe lavarse varias veces con agua para limpiar el agregado por completo y decantarlo cada vez. El agregado se saca en una placa de calentamiento y se determina su masa. La diferencia en masa con el anterior M_3 se designa como M_L , y es parte del cemento que contiene el concreto.

Se deberá determinar la masa de la porción del concreto que pasó la criba 3.35 mm (No.6) la cual se designa como M_r . Esta porción se cuarteo, hasta obtener una muestra aproximada de 100 g; se pulveriza hasta que todo pase la criba 0.075 mm (No. 200). Este material se emplea para la determinación química de las fracciones solubles S_r en ácido clorhídrico, óxido de sílice (SiO_2), o cal (CaO).

De otra porción de la misma muestra de concreto, que pase la criba 3.35 mm (No.6) y que no se empleó para preparar los 100 g de material, una pequeña cantidad se tamiza a través de la criba 0.300 mm (No.50) se lava el retenido por completo con solución de ácido clorhídrico (1:9), luego se seca con el objeto de obtener una muestra más o menos representativa del agregado no empleado en el concreto bajo ensayo.

Se debe tener cuidado de que las partículas no tengan polvo de cemento adherido a ellas. Habrá que pulverizar el material hasta que pase la criba 0.075 mm (No. 200) para posteriormente proceder a la determinación de porción soluble S_a en ácido clorhídrico, óxido de sílice (SiO_2), o cal (CaO).

Para la disgregación por el segundo método que se emplea cuando el agregado grueso se desintegra con el tratamiento térmico en la mufla. Una pequeña porción del concreto se prepara para realizar la disgregación y obtener muestras del agregado grueso y fino. A continuación se pulveriza cada una de ellas de tal manera que pase la criba 0.075mm (No. 200). Después se pulveriza en un molino adecuado el resto de la porción no empleada del concreto disgregado, hasta que pase por la criba 0.075 mm (No. 200), procurando no perder material pues los finos contienen cemento.

A cada una de las tres muestras pulverizadas de agregado grueso, fino y concreto,



se les determina por análisis químico, la fracción soluble en ácido clorhídrico, óxido de sílice (SiO_2) o cal (CaO), S_{a_g} , S_{a_f} y S_{t_r} respectivamente.

Procedimiento

Los procedimientos químicos para determinar el óxido de sílice (SiO_2) y cal (CaO), se indican a continuación:

Procedimiento para determinar el contenido de la sílice soluble:

Tomar tres porciones pulverizadas cuando menos de 2 g de muestra; cada una de ellas colocarlas en un vaso de precipitado de 250 cm^3 . El agregado de la fracción que pasa la criba 3.35 mm (No. 6) y el que se retiene en la criba 0.300 mm (No. 50) de agregado fino, deben analizarse al mismo tiempo y en paralelo que las muestras para determinar óxido de silicio y óxido de calcio solubles.

Para determinar el contenido de cemento, debe tenerse cuidado en duplicar los tiempos y las temperaturas en los tratamientos.

Las porciones depositadas en cada uno de los vasos se humedecen con un poco de agua caliente, mientras se agitan los vasos para evitar adhesión del material en ellos o la formación de grumos en la masa.

Lentamente se adicionan 100 cm^3 de ácido clorhídrico (1:3) en cada vaso y se mezcla completamente. Los grumos que formen deben deshacerse con agitador de vidrio. Después que ha terminado el desprendimiento del bióxido de carbono y se complementa la reacción, se digieren los contenidos de los vasos en baño maría por 15 minutos.

Habrá que decantar los líquidos de cada uno de los vasos a través de embudos tipo

Buchner de porcelana, equipados de un papel filtro cuantitativo para precipitados finos.

Una vez que las filtraciones se inician, deberá tenerse cuidado de que el cojín filtrante y su residuo no se sequen hasta que el proceso de filtración se termine. La línea de succión que se aplique a la filtración, debe regularse para que se mantenga un goteo rápido y constante durante este proceso. Debe conservarse la mayor parte del residuo para que se mantenga un goteo rápido y constante durante este proceso. Debe conservarse la mayor parte del residuo en los vasos. Hay que lavar los residuos dos veces con agua caliente y decantarlos en cada operación de lavado. Los filtrados obtenidos en esta operación, deben guardarse para futuras operaciones.

Cada uno de los papeles filtro se ponen en el vaso correspondiente que contiene la mayor parte del residuo, cuidando que no haya pérdidas; se le adicionan 75 cm^3 de solución caliente de hidróxido de sodio, de 10 g/dm^3 y se agitan macerando los papeles filtro.

A continuación se digieren en baño maría por 15 minutos. Durante la digestión hay que agitar ocasionalmente la mezcla; decantarla y lavarla por dos ocasiones con agua caliente a través de un embudo Buchner equipado con discos de papel filtro. Hay que transferir el residuo al filtro y lavar con agua caliente hasta que el filtrado quede neutro al papel tornasol.

Este filtrado combinado contiene el bióxido de silicio en forma de ácido silícico, ya sea en solución verdadera o en suspensión en medio ácido. En caso de que el agregado fino de la muestra original contenga cantidades notables, o material que libere óxido de calcio con el tratamiento ácido, se adicionan 10 cm^3 de ácido clorhídrico concentrado a la solución.

Si el vaso que contiene la solución acidificada no tiene la capacidad suficiente para trabajarlo adecuadamente, se debe transferir el líquido a otro vaso de mayor capacidad; antes de transferir hay que enjuagar varias veces el caso con el líquido. Se evapora el líquido cuidadosamente a sequedad, evitando salpicaduras y proyecciones. Se continúa el calentamiento hasta una temperatura menor de 393 K (120°C) por hora. A continuación, hay que adicionar cinco gotas de ácido clorhídrico y nuevamente se evapora a sequedad. Se le adicionan 75 cm^3 de solución de ácido clorhídrico (1:3).

Calentar hasta la ebullición y filtrar a través de papel cuantitativo de poro fino; lavar el residuo con 50 cm^3 de solución caliente de ácido clorhídrico (1:9) y a continuación

lavar con agua caliente, hasta que el filtrado esté libre de cloruros. Hay que determinar el bióxido de silicio presente en cada porción y hacer la corrección de impurezas con ácido fluorhídrico y ácido sulfúrico, como se indica e la Norma Mexicana NMX-C-131-ONNCCE.

Para determinar el óxido de calcio soluble en cada una de las porciones, se sigue el procedimiento para los filtrados que se indica a continuación:

A los filtrados se les precipitan los hidróxidos de aluminio y fierro, filtrar según lo indicado en la Norma Mexicana NMX-C-131-ONNCCE. Hay que desechar los residuos de estos compuestos. Deberá seguir el trabajo en los filtrados resultantes para determinar el óxido de calcio siguiendo las instrucciones de la norma mexicana NMX-C-131-ONNCCE.

Para determinar la masa volumétrica del concreto ensayado, en el caso de que sea necesario reportar el contenido de cemento en kg/m^3 de concreto, debe trabajarse sobre otra porción del concreto que sea cuando menos tres veces su mínima dimensión del máximo tamaño del agregado. Limpiar con cepillo de alambre para separar todo el material suelto adherido y se seca a temperatura de 378 K (105°C) hasta masa constante. Registrar la "masa A"; a continuación se sumerge en agua por 24 h, se seca superficialmente y se determina la masa en aire "masa B", posteriormente en agua "masa C". Todos los resultados se registran con aproximación de 0.1 g.

Para la determinación de sílice o cal, debe tomarse en cuenta lo siguiente:

Cuando el agregado fino que fue empleado en el concreto contiene cantidades significativas de material que libera cal con el tratamiento ácido, los resultados que se toman en cuenta deben ser los obtenidos en base a la sílice soluble.

Cuando el agregado fino empleado en el concreto, contiene cantidades significativas de material que bajo el tratamiento con ácido clorhídrico libera sílice, los resultados que se toman en cuenta deben ser los obtenidos en base a la cal soluble.

Si en el tratamiento con el ácido clorhídrico, el agregado fino empleado en el concreto libera pequeñas cantidades, tanto de sílice como de cal, los resultados que se toman en cuenta deben ser los que se obtienen con base en el menos soluble.

Si el agregado fino empleado en el concreto contiene materiales que bajo el tratamiento ácido libera grandes cantidades tanto de sílice, como de cal, este método no es aplicable. **C**

Bibliografía:

NMX-C-056-1997-ONNCCE
Industria de la Construcción-Determinación de la finura de los cementantes hidráulicos (Método de permeabilidad al aire).

NMX-C- 062-1997-ONNCCE
Industria de la construcción-Método de ensayo para determinar la sanidad de cementantes hidráulicos.

NMX-C- 131-ONNCCE-2010
Industria de la construcción-Cementos-Determinación del análisis químico de cementos hidráulicos.

NMX-C-155-ONNCCE- 2004
Industria de la construcción-Concreto-Concreto hidráulico industrializado- Especificaciones.

NMX-C-180-ONNCCE-2001
Industria de la construcción-Cementos hidráulicos- determinación de la reactividad potencial de los agregados con los álcalis de cementantes hidráulicos por medio de barras de mortero.

NMX-C-273-ONNCCE-2001
Industria de la construcción-Cemento-determinación de la actividad hidráulica de las adiciones con cemento portland ordinario.

NMX-C-414-ONNCCE-2001
Industria de la construcción- Cementantes hidráulicos- Especificaciones y métodos de ensayo.

ASTM C85-66
Standard Test Method for Cement Content of Hardened Portland Cement Concrete.

Concordancia con normas internacionales

Esta norma no es equivalente con ninguna internacional por no existir referencia alguna en el momento de su elaboración.

Nota: Tomado de la Norma Mexicana NMX-C-154-ONNCCE-2010. Industria de la Construcción-Concreto Hidráulico-Determinación del Contenido de Cemento en Concreto Endurecido.

Especificaciones y métodos de ensayo. Usted puede obtener esta norma y las relacionadas con agua, aditivos, agregados, cementos, concretos y acero de refuerzo en: normas@mail.onncce.org.mx, o al teléfono del ONNCCE 5663 2950, de México, DF