

Clínker de cemento portland con pequeñas adiciones de óxido de cinc

IVAN ODLER y OTO SCHMIDT. *Journal of the American Ceramic Society*
Vol. 63 N.º 1-2, pág. 13. 1 y 11. 1980

En este trabajo, los autores investigan el efecto de pequeñas adiciones de ZnO a los cru- dos sobre la formación de clínker, estructura y propiedades del clínker formado y del ce- mento con el preparado. Para eliminar los efectos de elementos "traza" se utilizó un "crudo" compuesto por los cuatro óxidos CaO, SiO₂, Al₂O₃ y Fe₂O₃.

Prepararon mezclas con 66,36 % de CaO, 24,47 % de SiO₂, 5,88 % de Al₂O₃ y 3,29 % de FeO a las que adicionaron 0,03, 0,1, 0,3, 1,0 y 3,0 % de ZnO; todo del más alto grado de pureza. Pastillas de estas mezclas las colocaron en cápsulas de Pt y durante 60 min, ca- lentaron a 1.450°C en horno eléctrico y dejaron enfriar rápidamente al aire.

La formación de clínker fue investigada calentando diferentes pastillas a diversas tempe- raturas y dosificaron la cal libre por el método de Franke.

La composición de las fases formadas se estudió microscopía óptica y electrónica.

Aplicaron la difracción con rayos X al clínker y a la fracción del mismo obtenida des- pués de tratarla con ácido maleico al 15 % en metanol durante 1 hora para conocer ade- más las estructuras de las fases del clínker y de la fase intersticial del mismo.

Estudiaron los procesos de hidratación del cemento moliendo el clínker con 6 % de yeso hasta 3.000 cm²/g (Blaine) y amasando con a/c = 0,5. Para estudiar el proceso por análisis térmico diferencial detuvieron el proceso moliendo la pasta con acetona, filtran- do la suspensión y lavando el residuo con acetona y alcohol etílico, así se evita la des- composición de la ettringita. De las curvas obtenidas por ATD se obtienen los contenidos cuantitativamente de yeso, ettringita e hidróxido cálcico por planimetría de los picos en- dotérmicos. La fracción no hidratada del C₃S la determinaron por refracción cuantitativa de rayos X sobre muestras precalentadas a 700°C por planimetría electrónica del pico $d = 1,76$ Å. Las propiedades del fraguado del cemento las midieron por el método de Vicat; la resistencia a la compresión fue medida sobre prismas de 1,5 × 1,5 × 1 cm pre- parados según ISO con a/c = 0,5.

Esta cuidadosa y completa experimentación proporcionó a los autores los resultados siguientes:

Aparece que la adición de ZnO o de otros compuestos de Zn al crudo incrementa la velocidad de combinación del CaO con los otros componentes; esto conduce a la posibilidad de disminuir la temperatura de calcinación y ahorrar energía.

La determinación del tamaño de los cristales de los minerales del clínker manifiesta un moderado incremento de alita y decrecimiento de la belita. La velocidad inicial de consumo de yeso se acelera moderadamente con la adición de ZnO; parece que el C₃A formado aumenta en reactividad.

La adición de 1 % de ZnO no altera significativamente las resistencias a la compresión; pero la adición del 13 % las disminuye.

Los autores resumen así sus conclusiones:

El C₂S y el C₃A decrecen. Se incrementa la relación A/F y el tamaño de los cristales de alita.

La adición de ZnO acelera la formación del clínker; así puede considerársele como un mineralizador y economizador de energía.

P. G. de P.

* * *

La adaptación de los cementos a las exigencias de los usuarios

J. P. MERIC, Director general del C.E.R.I.L.H.
Revue des Materiaux de Construction. N.º 1, 1981, págs. 13 a 20

M. J. P. Meric reúne en un informe presentado al Instituto Técnico de la Construcción y Trabajos Públicos los resultados de las investigaciones expuestas en el 7.º Congreso Internacional de la Química de los Cementos que se relacionan con la utilización de los mismos, para llamar la atención de los usuarios.

Regularidad del clínker

Es imprescindible para obtener un conglomerante uniforme. La prehomogeneización del crudo ha realizado progresos considerables, pero no es el único parámetro que asegura la clinkerización; la cantidad de cal combinada depende de la mineralogía, de la granulación más o menos uniforme de las materias primas y de los defectos de estructura de las mismas. Las investigaciones han caracterizado estos defectos para calcular, con precisión, la reactividad de las mezclas y su relación con la temperatura.

La reacción de clinkerización se desarrolla en un medio líquido y la investigación ha medido los coeficientes de difusión de los iones y determinado la viscosidad en función de la composición. La velocidad aumenta cuando los álcalis están en exceso sobre los sulfatos originados por el azufre del combustible, la MgO beneficia la difusión; actuando sobre la composición del baño fundido se puede favorecer la formación del C₃S en cristales pequeños, los más activos.

Controlando la tensión superficial del líquido es posible dirigir la dimensión de los nódulos de clínker en el enfriamiento. Un estudio estadístico ha puesto de manifiesto que los cementos portland cuyo C_3S está en forma trigonal y el C_3A en forma cúbica dan las resistencias más elevadas; esta estructura aparece cuando hay un exceso de SO_3 sobre K_2O después de la formación de K_2SO_4 , así ocurre en crudos donde la sílice está bajo la forma de cuarzo y de caolinita sin compuestos alcalinos y clinkerizados con fuel pesado de 4 % de S.

Economía

Un horno moderno, de vía seca, consume del orden de 3.500 KJ/kg; la primera vía para economizar energía es disminuir la temperatura de descarbonatación con elementos mineralizadores; la segunda fabricar un clínker a base de C_2S a una temperatura de 750°C y, finalmente, utilizar medios fundentes clorados.

Más rápido es actuar sobre la molienda con granulometrías que permitan eliminar los granos más gruesos que no se hidratan tan rápidamente como los finos.

Manejabilidad

Las medidas técnicas conducen a resultados no utilizables por el comportamiento reológico de las pastas que evolucionan incluso durante el período “durmiendo” y su comportamiento depende de su historia; desde los primeros momentos de contacto con el agua se establecen enlaces débiles de naturaleza eléctrica y reversibles; parece que la reología está influenciada por elementos en proporción despreciable por lo que se puede actuar sobre ella con adiciones que modifican la cantidad de agua del hormigón y su calidad final. Los fluidificantes tienen una acción física y representan el progreso más notable.

Endurecimiento del cemento

Es cualidad importante para la marcha del hormigonado; al mezclar el cemento con el agua tiene lugar una breve reacción que precede al período “durmiendo”; al final de éste las reacciones se aceleran bruscamente. Una de las comunicaciones más importante se debe a F. Locher; la hidratación de los aluminatos es, aproximadamente, independiente de la riqueza en sulfato; estos no intervienen en la hidratación de los aluminatos sino en la textura de los hidratos formados. Sin yeso se forma el aluminato en plaquetas creando una estructura rígida y provocando un fraguado rápido; por el contrario, cuando la cantidad de yeso es la adecuada se forma sobre la superficie de los aluminatos una ettringita cristalizada en finas agujillas, que se disuelven al final del período “durmiendo” y aparecen las agujas más fuertes que crean puentes entre los granos. Es muy importante que una cantidad suficiente de sulfato esté disponible en el período inicial; si esto no ocurre, la formación de ettringita es parcial y aparecen placas de monosulfato que provocan el fraguado rápido. Cuando la cantidad de yeso es pequeña se consume en la reacción inicial y el fraguado desaparece: es el fenómeno del falso fraguado.

Las primeras estructuras de las pastas se establecen por los aluminatos que forman una trama que se rellenará por los silicatos, el endurecimiento será tanto más rápido cuanto más rígida sea la trama inicial y esto depende del mezclado del hormigón como primera conclusión. La segunda condición reside en la hidratación de los silicatos que se realiza por difusión. Es importante que en las primeras horas los poros estén llenos de agua, si se produce una dishidratación los poros permanecerán vacíos.

Adiciones

F. Locher las clasifica en tres categorías:

Primera

Productos que modifican el período “durmiente” del silicato tricálcico sin alterar el del aluminato acelerando su reacción inicial; son cloruros formiatos y tiocianuros.

Segunda

Productos que aumentan el período “durmiente”; el fraguado y el endurecimiento se retardan; entre los retardadores se encuentran los fosfatos, los tartratos y citratos.

Tercera

Productos que incrementan el período “durmiente” del C_3S y provocan el aumento de la reacción de los aluminatos; aparece un fraguado rápido y endurecimiento lento; se trata del azúcar y el óxido de cinc.

Es conveniente recordar que las adiciones actúan de forma inicialmente diferentes de unos a otros cementos.

Propiedades del hormigón

Etapa final del hormigón en la cual su estabilidad es la característica. La pasta de cemento está constituida por cristales finamente entrecruzados enlazados por una red de Silicato de calcio hidratado CSH que aparece como un sólido muy poroso constituido por la yuxtaposición de partículas microscópicas bajo forma de hojillas entre las cuales se intercalan moléculas de agua; posee dos cualidades: su afinidad por el agua y reversibilidad de los enlaces que establece entre los cristales; cuando se deshidrata pierde una parte de sus cualidades mecánicas que las recobra cuando se le devuelve; el agua es verdaderamente conglomerante hidráulico; esta segunda propiedad indica que el CSH actúa como una cola conglomerando hidratos, y áridos.

La durabilidad del hormigón es esencialmente función de su porosidad; los poros capilares reciben el CSH y de su compacidad depende el volumen que ocupa y la barrera que puede ofrecer a los medios que le rodean. Se ha podido demostrar la capacidad de los hidratos de transformarse, bajo la acción de los agresivos, para dar especies más estables que consolidan al hormigón y le defienden.

P. G. de P.

* * *

El Congreso de la Química de los Cementos y sus enseñanzas para la utilización de los cementos con constituyentes secundarios

VON EUW. Director de investigaciones de Cementos franceses
Ciments betons plâtres chaux. Rev. Mat. n.º 1, 1981, 728, pág. 21

Se trata de un interesante informe sobre las comunicaciones presentadas, haciendo destacar las nuevas ideas.

Escorias de horno alto

La estructura vítrea que se considera imprescindible para que tengan las escorias valor hidráulico ya no le considera como desordenada; en realidad se caracteriza por un orden a distancias más cortas que en los cristales, el Silicio forma tetraedros SiO_4^{4-} más o menos polimerizados. Los cationes Ca, Na, K, Al y Mag ocupan las cavidades libres y el vidrio es tanto más activo cuanto más aislados se encuentren los tetraedros de sílice. Para obtener esta estructura hay que favorecer la riqueza en Ca y Al. No hay que creer que la escoria más vítrea es más reactiva, muchos tipos de defectos en la estructura producen la mejor hidraulicidad que varía en razón inversa con el diámetro de estas micro heterogeneidades. Como innovación señala el templado de las escorias con la menor humedad posible.

Mecanismo de la hidratación

El proceso de hidratación se inicia con la disolución selectiva de ciertos elementos de la estructura hasta la sobresaturación y precipitación bajo la forma de CSH y de aluminatos hidratados, entre la capa no hidratada y los hidrisilicatos cálcicos existe una capa gelificante con debil basicidad formada por la polimerización de los radicales silícicos hidratados. La escoria comienza a hidratarse desde los primeros instantes de su contacto con el agua, pero a una velocidad mucho más pequeña que el clínker. El clínker actúa sobre la velocidad de disolución de la escoria por el paso de calcio; recíprocamente el consumo de cal por la escoria aumenta la velocidad de disolución de la alita.

A un primer período “durmiente” sucede una gran actividad correspondiente al consumo de cal por la escoria a velocidad tanto mayor cuanto más sea su finura. A esta primera reacción sigue el consumo de SO_4^{2-} para dar ettringita. En los cementos ricos en escorias la mayor parte del CSU cristaliza lejos de la superficie de los granos de escoria. Este modo de cristalización provoca el llenado de los poros y así en el hormigón la pasta se caracteriza por una creciente impermeabilización que contribuye en gran medida a la estabilidad frente a agresivos químicos. La posibilidad del ataque a las armadura por el azufre de las escorias se encuentra anulado por que el S desaparece a medida que se disuelve para formar hidratos insolubles del tipo de los monosulfatos bajo la forma de una disolución sólida de sulfuro con otros elementos como el Fe y el Mn.

Activación

Los mejores resultados en cementos Escoria-clínker se obtienen con clínkeres ricos en alita y aluminatos ortorrómbicos. El aumento de resistencias a un año es función de la finura; a 6.000 Blaine, la reactividad depende menos de la composición química. La molienda por separado da lugar a heterogeneidades. Los tratamientos térmicos producen efectos diferentes según se trate de escorias poco o muy activas; una escoria poco activa proporciona buenas resistencias a 80°C mientras que en las muy activas aparece una textura poco favorable para la cohesión de los morteros.

Escorias de acererías

Estas no pueden ser utilizadas como conglomerantes hidráulicos, pero la composición química y mineralógica les confieren ciertas propiedades próximas a los clínkeres gracias a su contenido en silicato tricálcico. Ciertos investigadores han puesto a punto fundentes sintéticos capaces de corregir la composición y hacerlas utilizables.

Escorias de Ca, Ni y Pb

Tienen propiedades puzolánicas por lo que, con adición de calcio al contacto con el agua,

sus componentes ácidos de su estructura vítrea pasan lentamente a disolución y forman CSH análogos a los de las escorias de horno alto.

P. G. de P.

* * *

Preparación de los cementos con cenizas volantes

H. C. ALSTED NIELSEN. F. L. SMIDTH. Dinamarca
Revue des Materiaux de Construction. N.º 1/81 pág. 36

Las cenizas volantes pueden ser utilizadas en las cementerías: Si son de baja calidad, mezcladas con el crudo; si contiene un elevado porcentaje de carbón, añadidas al clínker en el horno; si presentan gran finura y menos del 2 % de carbón mezcladas con el clínker y el yeso en los molinos.

Las cualidades de las cenizas son: finura, composición y finura.

Cuando la composición de las cenizas no es constante o el color acusa la riqueza de carbón la mejor solución es homogeneizarlas en un gran parque y utilizarlas como parte del "crudo".

Cuando el contenido de carbón es elevado, numerosas fábricas han intentado separarlo mediante tamizado, pues se concentra en las partículas más gruesas (mayores de 100 micras) o por flotación.

Lo mejor es una "Central térmica" concebida para quemar el carbón y utilizando carbones mezclados siempre los mismos; así se obtiene un producto mineralógicamente conveniente y con menos del 2 ó el 3 % de carbón residual. En una palabra, que en la central se considere a las cenizas como un "producto".

Cementos con cenizas volantes

Como "crudo" las de baja calidad se pueden utilizar como materia prima, pudiendo reemplazar al esquistos o a la arcilla: si son finas no causan problemas pues su deslizamiento es menor que el de un Portland. En vía húmeda sus propiedades hidráulicas son nefastas aumentando el espesamiento y la viscosidad de la pasta; la solución es preparar la pasta 1 a 2 horas antes de utilizarla, llevarla al filtro-prensa y así reducir la cantidad de agua a evaporar. Añadidas en la zona de cocción del horno se utiliza su poder calorífico; se puede añadir hasta un 8 % del peso de clínker.

Como conglomerante se puede utilizar hasta el 30 % de cenizas volantes, siempre que reúnan las cualidades siguientes: Elevada finura. Bajo contenido de carbón. Riqueza elevada de fase vítrea. Bajo contenido de álcalis.

La adición de cenizas volantes al clinker retarda el desarrollo de las resistencias, pero se puede compensar con una molienda adecuada; los diferentes modos de realizar la molienda pueden ser:

- 1) Mezclar clinker, cenizas y yeso antes de entrar en el molino.
- 2) Mezclar las cenizas, si son muy finas, al clinker y al yeso después de molidos, es la menos favorable.
- 3) A la mezcla de yeso y clinker ya molidos, añadir las cenizas y al producto así obtenido volver a molerlo en molino especial con cuerpos molturantes bastante pequeños, así se puede obtener una economía de energía del 5 al 10 %.

Un completo estudio experimental, teniendo en cuenta las finuras y el consumo de energía autoriza a la conclusión que pueden, según la demanda, alcanzar resistencias altas a 7 días incrementando la molienda al conjunto clinker-yeso y los valores óptimos acentuando la molienda de las cenizas hasta iguales valores que el conjunto clinker-yeso.

P. G. de P.

* * *

durabilidad

Las placas de yeso y la protección contra el incendio. Algunos aspectos de las necesidades internacionales. (Les plaques de plâtre et la protection contre l'incendie. Quelques aspects des besoins internationaux)

Autor: H. L. MALHOTRA.

Revista: "Ciments, Betons, Plâtres, Chaux. Rev. Mat. Constr.", junio 1980, núm. 727, págs. 372-4, 23 referencias.

Comportamiento en la hidratación inicial de c.p. en agua y soluciones de cloruro y formato cálcicos. Parte 5. (Early hydration behaviour of portland cement in water calcium, chloride and calcium formate solutions. Part 5).

Autor: JOHN BENSTED.

Revista: "Silicates Industriels", marzo 1981, número 3, págs. 71-74, 6 referencias.

Efecto de aditivos sobre las propiedades fisicoquímicas del cemento en agua de mar: Estudios de consistencia y permeabilidad. (Effect of admixtures on the physico-chemical properties of sea water cement: Consistency and permeability studies).

Autores: S. A. ABO-EL-ENEIN, H. EL-DIDAMONY y H. A. AMER.

Revista: "Tonindustrie-Zeitung", septiembre 1981, núm. 9, págs. 641-643, 24 referencias.

Reacciones álcali agregado. (Alkali aggregate reactions).

Autores: VARIOS.

Revista: "Concrete International", julio 1981, número 7, páginas 6-7.

Reacción árido-álcali en G.B. Estado actual. (Alkali-aggregate reaction in Great Britain - The present position).

Autor: DENNIS PALMER.

Revista: "Concrete", marzo 1981, núm. 3, páginas 24-27, 15 referencias.

Algunos resultados del ensayo hielo-deshielo de los hormigones con árido ligero estructural. (Some freeze/thaw test results from structural lightweight aggregate concretes).

Autor: F. D. LYDON.

Revista: "Precast Concrete", mayo 1981, núm. 5, págs. 211-13; 28-31, 9 referencias.

Durabilidad del hormigón y reacciones con álcalis. (Concrete durability and alkali reactions).

Autor: JOHN FIGG.

Revista: "Concrete", agosto 1981, núm. 8, páginas 18-22, 14 referencias.

Reacción álcali-agregado.

Autor: D. E. DAVIS.

Revista: "Revista IMCYC", enero 1981, núm. 117, págs. 31-40, 7 referencias.

Hormigón para estructuras de ingeniería sanitaria.
(Concrete for Sanitary Engineering Structures).

Autores: CARL R. WILDER y RALPH E. SPEARS.

Revista: "Concrete International", abril 1981, número 4, págs. 29-34, 8 referencias.

Formación de sulfoaluminato cálcico expansivo por la acción del ion sulfato sobre granitos descompuestos en un medio saturado de hidróxido cálcico. (Formation of expansive calcium sulphoaluminate by the action of the sulphate ion on weathered granites in a calcium hydroxide-saturated medium).

Autor: M. O. BRAGA REIS.

Revista: "Cement and Concrete Research", julio 1981, núm. 4, págs. 541-47, 6 referencias.

Una interpretación del fenómeno del levantamiento de los pavimentos cerámicos. (Una interpretazione de fenomeno de sollevamento dei pavimenti ceramici).

Autores: A. DE MARCO y R. IOVINO.

Revista: "Ceramica Informazione", abril 1981, número 181, págs. 199-207, 3 referencias.

Permeabilidad al aceite de pastas y hormigones de cemento endurecido. (Oil permeability of hardened cement pastes and concrete).

Autores: A. J. WATSON y C. C. OYEKA.

Revista: "Magazine of Concrete Research", junio 1981, núm. 115, págs. 85-95, 12 referencias.

Comparación de dos métodos para la determinación de la resistencia al hielo y a las sales del hormigón. (Vergleich zweier Verfahren zur Prüfung des Frost-Tausalz widerstandes von Beton).

Autores: HELLMUT y otros.

Revista: "Beton", mayo 1981, núm. 5, págs. 185-188, 2 referencias.

Medidas preventivas contra el desarrollo de un nivel crítico de sulfuros en aguas residuales. (Vorbeugende massnahmen gegen eine kritische sulfidentwicklung in abwasseranlagen).

Autor: NORBERT CLOSE.

Revista: "Betonwerk + Fertigteile-Technik", mayo 1981, núm. 5, páginas 256-265.

Efecto del nitrato de plomo sobre las propiedades físicas de las pastas de cemento. (The effect of lead nitrate on the physical properties of cement pastes).

Autores: N. McN. ALFORD y otros.

Revista: "Cement and Concrete Research", marzo 1981, núm. 2, págs. 235-245, 14 referencias.

El efecto del nitrato de plomo sobre la hidratación inicial del cemento portland. (The effect of lead nitrate on the early hydration of portland cement).

Autores: N. L. THOMAS y otros.

Revista: "Cement and Concrete Research", enero 1981, núm. 1, págs. 143-53, 29 referencias.

Efectos de la madurez sobre la resistencia del hormigón. (Maturity effects on concrete strength).

Autores: CHARLES K. VOLZ y otros.

Revista: "Cement and Concrete Research", enero 1981, núm. 1, págs. 41-50, 11 referencias.

Algunas observaciones sobre el ensayo químico rápido para árido potencialmente reactivo. (Some observations on the rapid chemical test for potentially reactive aggregate).

Autores: L. S. DENT GLASSER y N. KATAOKA.

Revista: "Cement and Concrete Research", marzo 1981, núm. 2, págs. 191-96, 6 referencias.

La química de la reacción árido-álcali. (The Chemistry of "alkali-aggregate" reaction).

Autores: L. S. DENT GLASSER y N. KATAOKA.

Revista: "Cement and Concrete Research", enero 1981, núm. 1, págs. 1-9, 9 referencias.

Formación de grietas de retracción en probetas delgadas de pasta de cemento. (Formation of shrinkage cracks in thin specimens of cement paste).

Autores: S. CHATTERJI y otros.

Revista: "Cement and Concrete Research", enero 1981, núm. 1, págs. 155-57, 1 referencia.

Resistencias de cemento portland, álcalis, SO₂ y condiciones de producción. Algunas relaciones ilustradas con ejemplos de la práctica.

Autor: B. OSBAECK.

Revista: "Cemento-Hormigón", julio 1981, número 572, págs. 647-658, 5 referencias.

ensayos

Control del revestimiento refractario de un horno por ordenador. (Contrôle du revêtement réfractaire d'un four par ordinateur).

Revista: "Ciments, Betons, Plâtres, Chaux. Rev. Mat. Constr.", marzo 1981, núm. 730, páginas 146-150.

Medida de temperatura en hormigón. (Temperaturmessungen im beton).

Autor: R. GLATTE y Ch. GIEGER.

Revista: "Betontechnik", junio 1981, núm. 3, páginas 78-80, 6 referencias.

Efectos de ambientes de vapor a alta temperatura y presión sobre los hormigones refractarios aluminosos. (Effects of high pressure, high temperature steam-containing environments on alumina refractory concretes).

Autores: LEON Y. SADLER III y otros.

Revista: "Amer Cer. Soc. Bulletin", julio 1981, número 7, págs. 703-708, 6 referencias.

La resistencia a la corrosión de estructuras de hormigón en ingeniería sanitaria. (The corrosion resistance of concrete sanitary engineering structures).

Autor: PHILIP H. PERKINS.

Revista: "Concrete International", abril 1981, número 4, págs. 75-81, 31 referencias.

Recomendaciones para el empleo de hormigón de retracción compensada en estructuras sanitarias. (Recommendations for use of shrinkage-compensating concrete in sanitary structures).

Autor: JOE V. WILLIAMS.

Revista: "Concrete International", abril 1981, número 4, págs. 57-61, 5 referencias.

Comportamiento cinético en la evaporación de compuestos volátiles. (Kinetic behaviour in the evaporation of volatile compounds).

Autor: I. F. PETERSEN.

Revista: "Zement-Kalk-Gips Intern.", abril 1981, núm. 4, páginas 80-1.

Ensayo de molturabilidad de materiales con diferentes propiedades físicas como base para el diseño de plantas de molienda. (Die Mahlbarkeitsprüfung von Stoffen unterschiedlicher physikalischer Eigenschaften als Grundlage für die Dimensionierung von Mahlanlagen).

Autor: R. ZISSELMAR.

Revista: "Zement-Kalk-Gips Intern.", abril 1981, núm. 4, págs. 187-96, 26 referencias.

Resistencia al impacto y método de ensayo para el hormigón. (Impact resistance and test procedure for concrete).

Autor: ERNEST K. SCHRADER.

Revista: "Proc. J.A.C.I.", marzo-abril 1981, número 2, págs 141-146, 13 referencias.

Fluencia del hormigón a temperaturas de 70 a 450°F a presión atmosférica. (Creep of concrete at temperatures from 70 to 450°F under atmospheric pressure).

Autores: K. W. NASSER y H. M. MARZOUK.

Revista: "Proc. J.A.C.I.", marzo-abril 1981, número 2, págs. 147-50, 6 referencias.

Mapa de fisuras para investigar en el hormigón en Oriente Medio. (Crack mapping for investigation of Middle East concrete).

Autores: D. J. POLLOCK, E. A. KAY y P. G. FOOKE

Revista: "Concrete G. B.", mayo 1981, núm. 5, págs. 12-18, 9 referencias.

Nuevo método y aparato para ensayar el contenido de aire del hormigón fresco in situ. (New method and apparatus for testing air content of fresh concrete in situ).

Autores: K. W. NASSER y R. BEATON.

Revista: "Proc. J.A.C.I.", noviembre-diciembre 1980, núm. 6, págs 472-76, 3 referencias.

Determinación de la angularidad de las gravillas y arenas. (Détermination de l'angularité des gravillons et des sables).

Autores: JACQUES GARNIER y JACQUES RIVERT.

Revista: "Bull. Liaison Lab. P. et Ch", noviembre-diciembre 1979, núm. 104, págs. 67-76, 13 referencias.

Reconocimiento rápido de los cementos en obra. (Reconnaissance rapides ciments sur chantier).

Autores: F. DELOYE, GUY MARIE y MARIE-JOSE BUISSON.

Revista: "Bull. Liaison Lab. P. et Ch", noviembre-diciembre 1979, núm. 104, páginas 101-2.

Análisis de los hormigones endurecidos a partir de un ataque nítrico. (Analyse des bétons durcis à partir d'une attaque nitrique).

Autores: F-X DELOYE, GUY MARIE y MARIE-JOSE BUISSON.

Revista: "Bull. Liaison Lab. P. et Ch", noviembre-diciembre 1979, núm. 104, págs. 61-66, 11 referencias.

Ensayo de molturabilidad de materiales con diferentes propiedades físicas como base para el diseño de plantas de molienda. (Grindability testing of materials with different physical properties as a basis for the design of grinding plants).

Autor: R. ZISSELMAR.

Revista: "Zement-Kalk-Gips Intern.", junio 1981, núm. 6, páginas 127-32.

Contribución al estudio de la formación de anillos por el método de la segmentación. (Contribution à l'étude de la formation d'anneaux par la méthode de segmentation).

Autores: E. A. DEKKICHE y otros.

Revista: "Ciments, Betons, Plâtres, Chaux. Rev. Mat. Constr.", Junio 1980, núm. 727, págs. 351-353, 11 referencias.

Estudios de espectros Infrarrojo y Raman en cemento y hormigón (puesta a punto). [Infrared and Raman spectral studies in cement and concrete (Review)].

Autores: S. N. GHOSH y S. K. HANDOO.

Revista: "Cement and Concrete Research", noviembre 1980, núm. 6, págs. 771-782, 47 referencias.

Investigaciones sobre aditivos al hormigón para la prevención de la reacción álido-álcali. (Investigations on additives to concrete for the prevention of alkali-aggregate reaction).

Autores: K. KORDINA y W. SCHWICK.

Revista: "Betonwerk + Fertigteil-Technik", marzo 1981, núm. 3, págs. 328-331, 8 referencias.

El efecto de la distribución de tamaño de partículas de cemento sobre las propiedades de pastas y morteros con baja relación agua/cemento. (The effect of cement particle size distribution upon properties of pastes and mortars with low water-to-cement ratio).

Autores: F. SKVÁRA y otros.

Revista: "Cement and Concrete Research", marzo 1981, núm. 2, págs. 247-55, 18 referencias.

Propiedades físicas del hormigón desde 20°C hasta la fusión. (Physical properties of concrete from 20°C up to melting).

Autores: U. SCHNEIDER y U. DIEDERRICHS.

Revista: "Betonwerk + Fertigteil-Technik", marzo 1981, núm. 3, páginas 141-149.

Aplicación de la espectroscopia infrarroja a baja temperatura a estudios de sustitución de hierro en C₃A. (The application of low temperature infra-red spectroscopy to studies of iron substitution in C₃A).

Autores: S. P. VARMA y otros.

Revista: "Cement and Concrete Research", marzo 1981, núm. 2, págs. 211-18, 14 referencias.

Ensayos de tracción directa de probetas prismáticas de hormigón. (Direct tensile tests on prismatic concrete specimens).

Autor: P. E. PETERSSON.

Revista: "Cement and Concrete Research", enero 1981, núm. 1, págs. 51-56, 8 referencias.

Determinación de fluoruros en cemento y materiales similares. (Determination of fluoride in cement and related materials).

Autores: M. P. JAVELLANA e I. JAVED.

Revista: "Cement and Concrete Research", marzo 1981, núm. 2, págs. 205-210, 15 referencias.

cementos

Instalaciones de trituración en plantas de cemento. (Postes de concassage en cimenteries).

Autor: MARCEL ZAGURI.

Revista: "Ciments, Betons, Plâtres, Chaux. Rev. Mat. Constr.", marzo 1981, núm. 730, páginas 158-168.

Consideraciones sobre el calentamiento de hornos rotatorios por primera vez. (Considerations on the heating-up of rotary kilns for the first time).

Autor: L. M. LUDERA.

Revista: "Zement-Kalk-Gips Inter.", abril 1981, núm. 4, páginas 82-85.

Influencias ejercidas sobre el comportamiento en la clínkerización del crudo de cemento. (Einflüsse auf das Sinterverhalten von zementrohmehl).

Autor: U. LUDWIG.

Revista: "Zement-Kalk-Gips Inter.", abril 1981, núm. 4, págs. 175-186, 80 referencias.

Influencia de la temperatura de clínkerización sobre el consumo específico de energía en la cocción del clínker de cemento. (Einfluss der Sinter-temperatur auf den spezifischen Energieverbrauch beim brennen von zementklinker).

Autor: H. O. GARDEIK.

Revista: "Zement-Kalk-Gips Inter.", abril 1981, núm. 4, págs. 169-74, 6 referencias.

Reacciones físicas y químicas en la arcilla durante la cocción. Parte II. (Chemical and physical reactions in heavy clay bodies during firing. Part II).

Autor: H. SCHMIDT.

Revista: "Ziegelindustrie International", agosto 1981, núm. 8, págs. 431-442, 19 referencias.

Aptitud a la cocción de crudos de cemento en condiciones de calcinación rápida. (Burnability of cement raw materials at rapide calcination conditions).

Autores: SALIM A. ALIMMARYI y FERENC D. TAMAS.

Revista: "Cement and Concrete Research", noviembre 1980, núm. 6, págs. 739-752, 12 referencias.

Utilidad y límites de los modelos pilotos de hornos rotatorios de calcinación. (Utilité et limites des pilotes de fours rotatifs de calcination).

Autores: Ph. PITHOIS y ALALIN ROBERT (Fives Lille Call).

Revista: "Ciments, Betons, Plâtres, Chaux. Rev. Mat. Constr.", junio 1980, núm. 727, págs. 345-50, 4 referencias.

Quemadores de horno rotatorio para combustibles sólidos y para combustiones mixtas. (Brûleurs de four rotatif pour combustibles solides et pour combustions mixtes).

Autores: G. ECKELMANN y J. N. BAGARRY.

Revista: "Ciments, Betons Plâtres, Chaux. Rev. Mat. Constr.", enero 1980, núm. 722, páginas 5-9.

Los combustibles líquidos en Francia. Características actuales. Su evolución. (Les combustibles liquides en France. Caracteristiques actuelles. Leur évolution).

Autor: P. ETOC.

Revista: "Ciments, Betons, Plâtres, Chaux, Rev. Mat.", enero 1980, núm. 722, págs. 33-40, 14 referencias.

El esfuerzo de los cementeros franceses por el retorno al carbón. (L'effort des cimentiers français pour le retour au charbon).

Autor: M. BERNARD LAPLACE.

Revista: "Ciments, Betons, Plâtres, Chaux, Rev. Mat. Construct.", junio 1980, núm. 727, páginas 341-44.

Lignito pulverizado usado como combustible para hornos rotatorios que trabajan de acuerdo con el proceso seco tipo ZAB-una contribución al problema de combustibles alternativos. (Die Verwendung von Braunkohlenstaub als brennstoff für drehrohrofenanlagen nach dem ZAB-Trockenverfahren als beitrag zur energieträgersubstitution).

Autores: HORST HUCKAUF y WOLFGANG MORGENTERN.

Revista: "Tonindustrie Zeitung", septiembre 1981, núm. 9, páginas 621-628.

El horno con precalcinador y carbón eleva la producción y la eficiencia de combustible. (Coal-fired preheater/flash furnace kiln boosts production and fuel efficiency).

Autor: D. W. FRIEDMAN.

Revista: "Pit and Quarry", julio 1981, núm. 1, páginas 106-109.

Parque de almacenamiento y homogeneizador de carbón para obtener una calidad constante en la calefacción de los hornos de cemento. (Kontinuierliches, homogenisierendes Kohlelager für gleichbleibende Kohlequalität bei der Befuerung von Zementöfen).

Autor: W. FROMMHOLZ.

Revista: "Zement-Kalk-Gips Intern.", junio 1981, núm. 6, págs. 285-290, 6 referencias.

Efecto de la temperatura de clinkerización sobre el consumo específico de energía en la cocción del clínker de cemento. (Effect of the clinking temperature on the specific energy consumption in cement clinker burning).

Autor: H. O. GARDEIK.

Revista: "Zement-Kalk-Gips Intern.", junio 1981, núm. 6, páginas 118-21.

Posibilidades de reducción del consumo específico de combustible para la cocción de cemento, considerados bajo el punto de vista material. (Über Möglichkeiten der Verringerung des spezifischen Brennstoffwärmeaufwandes beim Zementbrennen aus stofflicher Sicht).

Autores: H. J. WACHTLER y otros.

Revista: "Silikattechnik", junio 1981, núm. 6, páginas 163-65, 13 referencias.

Corrosión por cloruros en hormigón armado. (Chloride corrosion in reinforced concrete).

Autor: K. SCHORR.

Revista: "Betonwerk + Fertigteil-Technik", marzo 1981, núm. 3, págs. 150-52, 4 referencias.

La industria cementera: una industria "pesada" que sabe adaptarse. (L'industrie cimentière: une industrie "lourde" qui sait s'adapter).

Autor: M. RAYMOND POITRAT.

Revista: "Ciments, Betons, Plâtres, Chaux, Rev. Mat. Constr.", marzo 1981, núm. 730, páginas 133-135.

El empleo de aditivos en las diferentes fases del proceso puede aportar una economía importante de energía en la fabricación de cemento. (L'utilisation des additifs aux différents stades du processus peut apporter une économie importante d'énergie lors de la fabrication du ciment).

Autor: F. FIALA.

Revista: "Ciments, Betons, Plâtres, Chaux, Rev. Mat. Constr.", marzo 1981, núm. 730, página 145.

Resultados recientes de explotación del sistema de calcinación fluidificado Urtsubishi ("MFC"). (The latest operation performance of the MFC system).

Autores: M. KONDO y S. FUKUDA.

Revista: "Ciments, Betons, Plâtres, Chaux, Rev. Mat. Constr.", marzo 1981, núm. 730, págs. 143-144, 3 referencias.

Estudios de hidratación sobre cemento y silicatos cálcicos. (Hydration studies on cement and calcium silicates).

Autores: J. JAWED y otros.

Revista: "World Cement Technology", abril 1981, núm. 3, págs. 124-137, 51 referencias.

Aspectos técnicos de desmenuzamiento en la industria del cemento. Parte I. (Technical aspects of comminution in the cement industry. Part I).

Autor: GEORGE R. GOUDA.

Revista: "World Cement Technology", abril 1981, núm. 3, páginas 112-122.

Almacenamiento y prehomogeneización de materias primas en la industria del cemento. (Stockpile storage and prehomogenisation of raw materials in the cement industry).

Autor: N. TÖPSCH.

Revista: "Zement-Kalk-Gips Inter.", abril 1981, núm. 4, páginas 76-9.

Estudios por rayos infrarrojos sobre el comportamiento al endurecimiento de los cementos de ensayo. (IR-Untersuchungen zum Erhärtungsverhalten von Versuchszementen).

Autor: L. HAUPT.

Revista: "Silikattechnik", abril 1981, núm. 4, página 112, 3 referencias.

Fisuración y molturabilidad del clínker. (Fissuration et broyabilité du clínker).

Autores: H. HORNAIN y M. REGOURD.

Revista: "Ciments, Betons, Plâtres, Chaux, Rev. Mat. Constr.", Junio 1980, núm. 727, págs. 354-61, 17 referencias.

Aptitud a la cocción de los crudos de cemento en función de su finura de molienda. (Aptitude à la cuisson des crus de cimenterie en fonction de leur finesse de broyage).

Autores: N. MUSIKAS y otros.

Revista: "Ciments, Betons, Plâtres, Chaux, Rev. Mat. Constr.", febrero 1981, núm. 729, páginas 75-78.

Influencias sobre el comportamiento a la sinterización del crudo de cemento. (Influences on the sintering behaviour of cement raw meal).

Autor: U. LUDWIG.

Revista: "Zement-Kalk-Gips Intern.", junio 1981, núm. 6, páginas 121-26.

Aspectos técnicos de molienda en la industria del cemento. Parte 2. (Technical aspects of comminution in the cement industry Part 2).

Autor: GEORGE R. GOUDA.

Revista: "World Cement Technology", mayo 1981, núm. 4, págs. 156-169, 21 referencias.

Propiedades fisicoquímicas de las pastas de cemento sobresulfatado. (Physico-chemical Properties of supersulphated cement pastes).

Autores: A. S. TAHA y otros.

Revista: "Zement Kalk Gips Intern", junio 1981, núm. 6, págs. 315-317, 9 referencias.

Propiedades fisicoquímicas de un cemento puzolánico. (Physikalisch-chemische Eigenschaften eines Puzzolanements).

Autores: H. EL-DIDAMONY y A. S. TAHA.

Revista: "Zement Kalk Gips Intern", junio 1981, núm. 6, págs. 312-314, 13 referencias.

Comportamiento en la hidratación inicial del cemento portland que contiene tartaro y titanoyeso. (Early hydration behaviour of portland cement containing tartaro- and titanogypsum).

Autor: JOHN BENSTED.

Revista: "Cement and Concrete Research", marzo 1981, núm. 2, págs. 211-26, 8 referencias.

Hidratación a primera edad de constituyentes del cemento con adiciones orgánicas. (Early hydration of cement constituents with organic admixtures).

Autores: V. LORPRAYON y D. R. ROSSINGTON.

Revista: "Cement and Concrete Research", marzo 1981, núm. 2, págs. 267-77, 20 referencias.

Estructura de poros de la pasta de cemento endurecida con aire ocluido. (Pore structure of air-entrained hardened cement paste).

Autor: OMER Z. CEBECI.

Revista: "Cement and Concrete Research", marzo 1981, núm. 2, págs. 257-65, 13 referencias.

La "jornada del CERILH" se ha orientado hacia las economías de energía. (La "Journée du CERILH" a été orientée vers les économies d'énergie).

Revista: "Ciments et Chaux", junio 1981, número 713, páginas. 18-20.

La influencia del contenido en cloruro de magnesita disuelto y del peso específico de la magnesita calcinada cáusticamente sobre la resistencia mecánica del cemento magnésiano (Cemento Sorel). (Conclusión).

Autor: PEDRO LOPEZ GOMEZ.

Revista: "Cemento Hormigón", julio 1981, número 572, páginas 659-686.

hormigón

Placas de cemento armadas con película de polipropileno. (Des plaques de ciment armées de film de polypropylène).

Autor: D. J. HANNANT.

Revista: "Ciments, Betons, Plâtres, Chaux, Rev. Mat. Constr.", marzo 1981, núm. 730, págs. 152-156, 14 referencias.

Contenido energético de los materiales y estructuras de carreteras. (Contenu énergétique des matériaux et des structures de chaussées).

Autores: Un grupo de trabajo.

Revista: "Rev. Gen. des Routes et des Aérodro-mes", julio-agosto 1981, núm. 577, páginas 57-69.

Carretera y energía. (Route et energie).

Revista: "Ciments et Chaux", julio-agosto 1981, núm. 714, páginas. 17-19.

Vías nuevas sobre los hormigones y los materiales tratados con conglomerantes hidráulicos. (Voies nouvelles concernant les bétons et les matériaux traités aux liants hydrauliques).

Autores: Un grupo de trabajo.

Revista: "Rev. Gen. des Routes et des Aérodro-mes", julio-agosto 1981, núm. 577, páginas 70-82.

Atiesamiento y fraguado del cemento y del hormigón. (Ansteifen und Erstarren von Zement und Beton).

Autor: G. WISHERS.

Revista: "Beton", septiembre 1981, núm. 9, páginas 337-340, 18 referencias.

Superplastificantes y flujo del hormigón. (Superplasticisers and flowing concrete).

Autor: ALAN PETERSON.

Revista: "The Indian Concrete Journal", mayo 1981, núm. 5, página 126.

Comportamiento del hormigón fresco en ambientes cálidos. (Behaviour of fresh concrete in hot environments).

Revista: "The Indian Concrete Journal", mayo 1981, núm. 5, páginas 113-114.

Estar al día con el hormigón fresco. (Getting up-to-day with fresh concrete).

Autor: GORDON BELL.

Revista: "Concrete", marzo 1981, núm. 3, páginas 30-32.

El tratamiento de los suelos con cemento y cal. (Le traitement des sols au ciment et à la chaux).

Autores: M. VENUAT y C. GUIMARHO.

Revista: "Annales del I.T.B.T.P.", abril 1981, número 190, páginas 97-114.

Propiedades del hormigón polimerizado con alcohol furfúrico compatible con agua. (Properties of water-compatible furfuryl alcohol polymer concrete).

Autores: T. SUGAMA, L. E. HUKACKA y W. HORN.

Revista: "Cement and Concrete Research", julio 1981, núm. 4, págs. 497-506, 17 referencias.

Hormigón de consistencia de tierra húmeda con arena fina y arcilla. (No-slump concrete with fine sand and clay).

Autor: M. N. HAQUE.

Revista: "Cement and Concrete Research", julio 1981, núm. 4, págs. 531-539, 14 referencias.

Refractarios con fibra de acero. Una mejora en el importante campo de los refractarios.

Autor: M. FERNANDEZ CANOVAS.

Revista: "Cemento Hormigón", agosto 1981, número 573, páginas 747-755.

Fluencia del hormigón bajo carga en primera edad. Influencia de la velocidad de endurecimiento del cemento. (Kriechen des Betons bei frühzeitiger Belastung. Einfluss der Erhärtungsgeschwindigkeit des Zements).

Autores: H. WEIGLER y S. KARL.

Revista: "Betonwerk + Fertigteil-Technik", septiembre 1981, núm. 9, páginas 519-22.

Adherencia hormigón-acero a altas temperaturas. (Bond strength at high temperatures).

Autores: U. DIEDERICHS y U. SCHNEIDER.

Revista: "Magazine of Concrete Research", junio 1981, núm. 115, págs. 75-84, 16 referencias.

Curado acelerado del hormigón a presión atmosférica. Estado del problema. (Accelerated curing of concrete at atmospheric pressure. State of the Art).

Autor: ACI Committee 517.

Revista: "ACI Journal Proc.", noviembre-diciembre 1980, núm. 6, págs. 429-48, 44 referencias.

Retracción de áridos naturales en el hormigón. (Shrinkage of natural aggregates in concrete).

Revista: "Indian Concrete Journal", enero 1981, núm. 1, págs. 1-2, 1 referencia.

Características del hormigón destinado a ser bombeado.

Autor: OSCAR MARTINEZ ALVARO.

Revista: "Revista de Obras Públicas", noviembre 1980, núm. 3.186, págs. 869-82, 30 referencias.

Comportamiento en el "atiesamiento" inicial de cemento y hormigón. (Zum anstiefungsverhalten von Zement und Beton).

Autores: R. LEWANDOWSKI y G. WOLTER.

Revista: "Betonwerk + Fertigteil-Technik", mayo 1981, núm. 5, páginas 266-272.

Estructura porométrica y composición química, factores preponderantes en la elección de un árido ligero. (Structure porométrique et composition chimique, facteurs prépondérantes dans le choix d'un granulats léger).

Autores: A. VAQUIER y D. MORIN.

Revista: "Ciments, Betons, Plâtres, Chaux, Rev. Mat. Constr.", Junio 1980, núm. 727, págs. 369-71, 6 referencias.

Posterior adición de cantidades extra de superplastificante a los hormigones. (Subsequent addition of extra amounts of superplasticizer to concretes).

Autor: W. LUKAS.

Revista: "Betonwerk + Fertigteil-Technik", marzo 1981, núm. 3, págs. 153-57, 8 referencias.