

- Instituto Técnico de la Construcción y del Cemento -

611-30 CONTRIBUCION AL ESTUDIO DE LA ESTRUCTURA DEL CLINKER DE CEMENTO PORTLAND. (continuación).

Dr. J. Calleja Carrete.

- - -

f) Segunda serie de experiencias.-

Cómo ya se indicó, se llevó a cabo una segunda serie de experiencias con gránulos de clinker de la misma procedencia y tamaño aproximado a los de la serie anterior, en los que la separación en dos zonas se hizo de modo que la periférica resultó más estrecha y la nuclear más extendida que en el caso de aquéllos.

La preparación de muestras y operaciones analíticas se llevaron a cabo en la misma forma ya indicada, procediéndose con los resultados numéricos a calcular los índices y módulos, así como las composiciones potenciales y contenidos en fase líquida.

El objeto de esta segunda serie de experiencias, aparte del valor confirmativo de los resultados de la primera, era determinar si las variaciones de valores observados en aquélla se reproducían en forma aún más destacada, lo cual, en caso de verificarse, es una prueba de la variación de las correspondientes cifras de una manera prácticamente continua a lo largo de las direcciones radiales de cada gránulo de clinker.

Las tablas 15 y 16 dan las cifras de análisis correspondientes a las zonas periféricas y nucleares de cada uno de los cinco gránulos respectivamente, siendo cada cifra, como en la serie anterior, la media de dos determinaciones concordantes.

TABLA 15

ANALISIS QUIMICO - CORTEZAS										
Muestras	%									
	N	P.F.	R.I.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	CaO libre
A	0,01	--	0,24	22,4	7,5	1,9	65,3	1,2	0,5	0,00
B	0,05	--	0,26	22,4	7,4	2,0	65,6	1,1	0,5	0,00
C	0,04	--	0,26	22,1	7,0	2,1	65,6	1,1	--	0,00
D	0,03	--	0,11	22,1	7,4	2,0	65,7	1,1	0,4	0,00
E	0,06	1,6	0,21	22,1	6,1	1,8	64,9	1,2	0,7	0,00
Valores medios	0,04	--	0,24	22,2	7,1	2,0	65,4	1,1	0,4	0,00

TABLA 16

ANALISIS QUIMICO - NUCLEOS										
Muestras	%									
	N	P.F.	R.I.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	CaO libre
A	0,13	--	0,29	24,3	5,6	1,8	64,7	0,9	0,5	0,00
B	0,08	--	0,21	25,0	5,9	1,7	66,0	1,0	0,5	0,00
C	0,01	--	0,22	22,3	5,2	1,6	67,1	1,0	0,6	0,82
D	0,09	--	0,09	23,3	6,4	1,6	65,4	1,0	0,4	0,00
E	--	--	--	--	--	--	--	--	--	1,30
Valores medios	0,08	--	0,20	23,7	5,8	1,7	65,8	1,0	0,5	0,42

TABLA 17

INDICES Y MODULOS - CORTEZAS						
Muestras	M.H.	M.S.	M.F.	I.R.	I.H.	G.S.
A	2,1	2,4	4,0	0,46	0,37	0,90
B	2,1	2,4	3,7	0,46	0,36	0,91
C	2,1	2,4	3,3	0,44	0,36	0,92
D	2,1	2,4	3,7	0,45	0,36	0,92
E	2,2	2,8	3,4	0,43	0,36	0,93
Valores medios	2,1	2,5	3,6	0,45	0,36	0,92

TABLA 18

INDICES Y MODULOS - NUCLEOS						
Muestras	M.H.	M.S.	M.F.	I.R.	I.H.	G.S.
A	2,0	3,3	3,1	0,46	0,39	0,86
B	2,0	3,3	3,5	0,47	0,40	0,85
C	2,3	3,3	3,2	0,41	0,35	0,96
D	2,1	2,9	4,0	0,45	0,38	0,89
E	--	--	--	--	--	--
Valores medios	2,1	3,2	3,4	0,45	0,38	0,89

TABLA 19

COMPOSICION POTENCIAL - CORTEZAS						
Muestras	%					
	C ₃ S	C ₂ S	C ₃ S/C ₂ S	C ₃ A	C ₄ AF	C ₄ AF/C ₃ A
A	42,4	32,3	1,30	16,7	5,8	0,35
B	44,3	30,9	1,43	16,2	6,1	0,38
C	48,9	26,5	1,85	15,0	6,4	0,43
D	46,3	28,5	1,63	16,2	6,1	0,38
E	53,0	23,2	2,28	13,2	5,5	0,42
Valores medios	47,0	28,3	1,70	15,5	6,0	0,39

TABLA 20

COMPOSICION POTENCIAL - NUCLEOS						
Muestras	%					
	C ₃ S	C ₂ S	C ₃ S/C ₂ S	C ₃ A	C ₄ AF	C ₄ AF/C ₃ A
A	38,3	40,8	0,94	11,8	5,5	0,47
B	36,4	43,3	0,84	12,7	5,2	0,41
C	66,1	14,2	4,70	11,1	4,9	0,44
D	43,6	34,0	1,28	14,3	4,9	0,34
E	--	--	--	--	--	--
Valores medios	46,1	33,1	1,94	12,5	5,1	0,42

TABLA 21

FASE LIQUIDA - CORTEZAS			
Muestras	A 1.340°C	A 1.400°C	A 1.450°C
A	12,8	27,5	28,0
B	13,4	27,4	27,9
C	13,9	26,3	26,8
D	13,3	27,3	27,8
E*	12,2*	22,9*	23,6*
Valores medios	13,1	27,1	27,6

*) Los valores indicados, por anormalmente bajos, no se tienen en cuenta al calcular las medias aritméticas.

TABLA 22

FASE LIQUIDA - NUCLEOS			
Muestras	A 1.340°C	A 1.400°C	A 1.450°C
A	11,9	21,4	21,8
B	11,0	22,1	22,5
C	11,0	19,8	20,2
D	11,0	23,4	23,8
E	--	--	--
Valores medios	11,2	21,7	22,1

En las tablas 17 y 18, 19 y 20, 21 y 22 se indican los valores de los índices y módulos, las composiciones potenciales y los porcentajes de fase líquida respectivamente, correspondientes a las zonas externas e internas de los gránulos, en cada caso.

g) Experiencias efectuadas con clinker cocido con fuel-oil en horno Lepol.-

Dado que los ensayos de las primeras series se realizaron con clinker de horno rotatorio y vía húmeda, en los que hay que contar - muy verosimilmente con una cierta incorporación de cenizas, tenía también interés llevar a cabo unas experiencias con clinker cocido con fuel-oil, combustible exento de aquéllas, a fin de eliminarlas como variable y comprobar, en su caso, que los resultados anteriores se confirmaban también en ausencia de cenizas. Y al mismo tiempo probar que éstas contribuyen a exaltar un hecho que se produce de manera natural y espontánea en la cocción del clinker en los hornos rotatorios, tal como se indicó en otro lugar.

Se utilizó en los correspondientes ensayos un clinker de horno Lepol a fuel-oil. Los gránulos escogidos fueron de tamaño menor que los de las series anteriores, aproximadamente de diámetro mitad.

Los resultados se indican a continuación, por lo que respecta a la cal libre, habiéndose efectuado dos experiencias: una con un solo gránulo separado en sus dos zonas, y otra con las muestras medias de las dos zonas, obtenidas por reunión de las correspondientes a seis gránulos, de acuerdo con los resultados del estudio estadístico anterior -apartado 3, e)-.

En cuanto al análisis completo, en la tabla 24 se dan las cifras correspondientes al clinker en conjunto, y a las zonas cortical y nuclear correspondientes a las muestras medias de seis gránulos. Cada

TABLA 23

Muestras		CaO libre %
Muestra de 1 gránulo	Corteza	0,1
	Núcleo	0,3
Muestra media de 5 gránulos	Corteza	0,0
	Núcleo	0,2

TABLA 24

ANÁLISIS QUÍMICO										
Muestras	H	PF	RI	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	CaO libre
Clinker medio	0,10	0,6	0,1	21,9	6,1	4,8	62,7	2,3	1,0	0,0
Corteza	--	--	0,1	21,5	6,3	5,0	62,2	1,1	0,6	0,0
Núcleo	--	--	0,1	21,7	4,6	4,2	62,3	0,8	1,0	0,2

T A B L A 2 5

INDICES Y MODULOS						
Muestras	M.H.	M.S.	M.F.	I.R.	I.H.	G.S.
Clinker medio	1,9	2,0	1,3	0,45	0,37	0,88
Corteza	1,9	1,9	1,3	0,45	0,37	0,88
Núcleo	2,0	2,5	1,1	0,42	0,36	0,90

T A B L A 2 6

COMPOSICION POTENCIAL						
Muestras	C ₃ S	C ₂ S	C ₃ S/C ₂ S	C ₃ A	C ₄ AF	C ₄ AF/C ₃ A
Clinker medio	40,6	32,2	1,3	8,1	14,6	1,8
Corteza	40,1	31,5	1,3	8,2	15,2	1,85
Núcleos	32,1	38,0	0,84	5,1	12,8	2,5

TABLA 27

FASE LIQUIDA			
Muestras	A 1.340°C	A 1.400°C	A 1.450°C
Clinker medio	31,6	30,9	34,8
Corteza	31,6	30,7	34,2
Núcleo	25,8	23,6	25,0

cifra es, como siempre, la media de dos determinaciones concordantes.

En las tablas sucesivas 25, 26, 27 se incluyeron los valores calculados relativos a índices y módulos, composición potencial, y contenido en fase líquida a la temperatura de clinkerización.

(continuará)