

- Instituto Técnico de la Construcción y del Cemento -

618-37 CONSTRUCCION Y REPARACION DE HORNOS ROTATORIOS (Conclusión)

(Fragen der Konstruktion und Reparatur von Drehöfen)

W. Bohman

De: "ZEMENT-KALK-GIPS", vol. 7, nº 11, noviembre 1954, pág. 419

- SINOPSIS -

El empleo de la soldadura facilita la reparación de los hornos rotatorios, acortando el tiempo necesario para dicha operación. Se presentan diversos ejemplos prácticos.

Los tubos roblonados presentan una gran ventaja en relación a su conservación. Los remaches constituyen una excelente señal de alarma; si el tubo se dobla, los remaches saltan. En cambio, en el caso de tubos soldados, no se dispone de tal señal de peligro; cuando aparecen fisuras en la camisa, la mayoría de las veces es demasiado tarde, o bien son necesarias, como mínimo, reparaciones muy difíciles, y, por esta razón, deben vigilarse, con más atención, los tubos soldados que los roblonados. Se recomienda, pues, realizar un examen minucioso de toda la instalación después de seis meses de funcionamiento desde la última revisión, aunque ello implique una detención de varios días. Conviene medir, exactamente, el diámetro de los anillos de apoyo y de los rodillos de rodamiento.

Recientemente, ha aparecido un nuevo aparato, el "Shell-test", para medir las deformaciones de los tubos de los hornos.

La fig. 3 nos muestra la deformación de la sección circular del tubo, a causa del esfuerzo cortante. El tubo del horno adquiere

re la forma de una elipse, con su eje mayor horizontal, con depresiones en los puntos, correspondiente a los rodillos de rodamiento. El aparato "Shell-test" permite medir estas deformaciones con el horno en movimiento.

En la fig. 4 están representados los resultados de las medidas realizadas en un horno I, sin apoyos correctos y doblado. Los resultados se han reunido en la tabla I; en una fila se indican los valores de la deformación para distintos puntos, y en otra, la ovalidad, calculada a partir de la deformación correspondiente. También se ha representado, gráficamente, la magnitud de la deformación, de forma que de una ojeada se pueda apreciar el estado del horno.

La fig. 5 nos presenta las medidas realizadas en un horno II, con buena disposición. Los valores obtenidos se han resumido en la tabla II. Las deformaciones y, por consiguiente, la ovalidad, son pequeñas en todos los puntos, de modo que no existe motivo para realizar correcciones.

Para la aplicación, provechosa y de acuerdo con la realidad, de los resultados obtenidos en las medidas con el "Shell-test", se han de considerar los siguientes puntos:

- (a) en el caso de un tubo perfectamente recto y con correcta disposición general, cada punto de la camisa del horno presenta, en una sección plana, un curso igual para la deformación.
- (b) si esta deformación es demasiado grande, el horno es débil en dicho punto, es decir, la camisa de chapa o el anillo de apoyo o el anillo de refuerzo, o los tres, son demasiado débiles.
- (c) en el caso de hornos doblados, cada punto de una sección plana presenta un curso diferente para la deformación.

T A B L A I

1	Lugar de medida		3		1			2			3			4		
2	Angulo (φ)	Δ	120/240	360	120	240	360	120	240	360	120	240	360	120	240	360
3	Lectura máx. 1	mm	6,70	4,59	5,95	4,71	4,10	5,24	5,48	7,29	3,68	7,60	10,28	2,56	5,90	3,25
4	Lectura A	mm	6,43	4,67	5,40	3,93	3,37	5,06	5,25	6,98	3,48	7,50	10,22	2,50	5,55	2,74
5	Lectura B	mm	6,49	4,68	5,31	3,95	3,28	4,90	5,13	6,71	3,55	7,48	10,24	2,54	5,73	2,92
6	Lectura C	mm	6,45	4,69	5,15	3,70	2,90	4,95	5,23	6,88	3,50	7,50	10,22	2,54	5,60	2,48
7	Lectura máx. 2	mm	6,70	4,72	6,09	5,03	3,91	5,34	5,48	7,24	3,65	7,54	10,37	2,70	5,90	3,11
8	Deformación máx.	mm	-0,27	-0,04	+0,94	+1,33	1,20	0,44	0,25	0,58	0,20	0,12	0,15	0,20	0,35	0,51
9	A - C	mm	-0,02	-0,02	+0,25	+0,23	+0,47				-0,02	0,00	0,00	-0,04	-0,05	+0,26
10	Ovalidad	mm	4,05	0,6	12,7	18,0	16,2	5,92	3,37	7,82	3,0	1,8	2,3	3,0	5,3	7,7
11	Porcentaje 9/8	%	7,4	50	26	17	39				10	0,0	0,0	20	14	20

T A B L A II

1	Lugar de medida		1			2			3		
2	Angulo (φ)	$^{\circ}$	120	240	360	120	240	360	120	240	360
3	Lectura máx. 1	mm	5,40	5,51	5,46	4,57	2,19	5,36	5,05	6,46	5,36
4	Lectura A	mm	5,30	5,35	5,96	4,50	2,12	5,25	4,96	6,38	5,25
5	Lectura B	mm	5,35	5,40	5,40	4,50	2,14	5,28	4,99	6,42	5,28
6	Lectura C	mm	5,33	5,35	5,39	4,49	2,13	5,25	4,96	6,40	5,25
7	Lectura máx. 2	mm	5,49	5,51	5,46	4,54	2,20	5,37	5,05	6,50	5,37
8	Deformación máx.	mm	0,10	0,16	0,09	0,08	0,08	0,12	0,09	0,12	0,12
9	A - C	mm	-0,03	0	-0,02	+0,01	-0,01	0	0	-0,02	0
10	Ovalidad	mm	1,5	2,4	1,4	1,2	1,2	1,8	1,4	1,8	1,8
11	Porcentaje 9/8	%	30	0	22	13	13	0	0	17	0

(d) si en el caso de un tubo recto y de un horno con disposición general correcta aparecen tales diferencias para el curso de la de formación de varios puntos de la camisa de una sección plana, pue den conducir a una deficiencia mecánica de las partes del horno en un lugar determinado del perímetro.

El aparato "Shell-test" constituye, también, un excelente medio para determinar el lugar y clase de un defecto. Las medidas se pueden realizar con gran rapidez.

Refiriéndonos a las reparaciones, hemos de indicar que, actualmente, se acude, con preferencia, al empleo de la soldadura en lugar de los remaches. Es decir, por lo general, se tiende a eliminar la sustitución de secciones completas de la camisa del horno, pre firiéndose soldar, únicamente, la pieza necesaria. Como ya se ha indicado, es casi imposible ajustar, perfectamente, la curvatura de una sección nueva de tubo con la de otra antigua. Cuando se emplea la sol dadura, no tiene importancia una diferencia, entre ambas, de algunos milímetros. Por esta razón, como las chapas no quedan forzadas, se eliminan tensiones adicionales de la camisa.

Aunque, actualmente, todavía existe un cierto recelo hacia el empleo de la soldadura, hay que indicar que determina una eco nomía monetaria y una reducción del tiempo de detención necesario pa ra realizar la reparación.

A continuación ofrecemos algunos ejemplos prácticos del empleo de la soldadura.

La fig. 6 nos presenta un anillo de apoyo, de fundición de acero, de un gran horno rotatorio. En dicho anillo se produjo, al cabo de un tiempo de funcionamiento relativamente corto, la rotura -

de una arista. Con el soplete cortante se eliminó completamente, sin ninguna consideración, la parte defectuosa, y, después, se soldó de nuevo la coquedad abierta, empleando electrodos de unos 40 kg, aproximadamente. La superficie de rodamiento se pulió, cuidadosamente. En tales reparaciones es muy importante el no vacilar en eliminar cuanto pueda dar lugar a una unión imperfecta.

Steffens, también presenta una reparación análoga de otro anillo de apoyo. En este caso hubo que realizar una soldadura con su superposición. El anillo de apoyo se encontraba en un horno viejo, de tubo roblonado; tenía un diámetro de 3.700 mm y una anchura de 350 milímetros. El desgaste producido presentaba una anchura de 125 mm y una profundidad de 80 mm.

Debido al exagerado número de piezas de unión, de bandajes y de remaches, se desechó el sustituir dicho anillo de apoyo, a causa del tiempo de detención que sería necesario. Se decidió, finalmente, por el empleo de la soldadura, sin desmontar el anillo. Después se torneó y se pulió el perímetro del anillo, con el horno en movimiento. Por otra parte, el anillo de apoyo tenía algunas grietas, a causa de la carga poco favorable inicial; antes de la soldadura con superposición no habían sido eliminadas totalmente. En dichas grietas fué preciso realizar una soldadura posterior.

Como ya se sabe, las viejas uniones roblonadas presentan numerosas roturas. En la fig. 7 se ve como se pueden reparar uniones defectuosas. Las dos chapas de la camisa se sueldan entre sí y con la pieza de unión. Aunque este procedimiento no es una solución óptima, sin embargo, en muchos casos, se ha acreditado extraordinariamente.

Es interesante, también, el caso de los anillos de apoyo, sueltos y laminados, que se han ensanchado en el curso de los años y que ya no refuerzan el tubo del horno. Para realizar la reparación se colocó un anillo de refuerzo debajo de los bloques de apoyo, de forma que no quedase ningún hueco; después, se soldó el anillo laminado con los bloques de apoyo, por ambos lados; los bloques de apoyo también se soldaron por ambos lados, con el bandaje de refuerzo, y después, finalmente, el bandaje de refuerzo con la camisa del horno. Esta reparación, algo atrevida, tiene la ventaja de que, de este modo, las diferentes partes, anteriormente sueltas, se acoplan rígidamente y de que el tubo del horno, en este punto, se refuerza extraordinariamente. Esta solución mejora, fundamentalmente, la durabilidad del tubo y del revestimiento.

También, de forma sencilla, se puede sustituir una zona de sinterización defectuosa, logrando, simultáneamente, una zona de sinterización ampliada.

Como se indica en la fig. 8, se colocaron, alrededor del tubo del horno, en los dos extremos de la zona de sinterización, los anillos de refuerzo en I. Sobre éstos se colocaron, externamente, dos chapas nuevas. El conjunto se unió mediante soldadura, y, finalmente, se eliminó, con el soplete cortador, la vieja zona de sinterización defectuosa. Hay que tener en cuenta que esta forma de reparación de una zona de sinterización economiza tiempo y dinero, y, además, determina un mayor espacio de combustión.

En el horno representado en la fig. 9 se produjo, a causa de la caída repentina del revestimiento, un abollamiento y el correspondiente encorvamiento del tubo del horno. El lugar defectuoso, con una anchura de 1.000 mm, se extendía a lo largo de medio períme

tro. Después se colocó una nueva lámina, que se soldó. La figura pre senta la chapa ya colocada.

En la fig. 10 podemos ver una reparación corriente en un horno de 3,4 m. En este caso, a causa de un extraordinario desgaste de los rodillos de rodamiento, apareció una sobrecarga en la pieza de unión existente entre la corona de dientes y el anillo de apoyo; esta sobrecarga determinó que se saltaran los remaches. Como la pro ducción debía continuar, se prosiguió el trabajo en este estado la- mentable; y, como consecuencia de esto, se produjeron varios deterio ros de revestimiento, destrucción de la chapa y ensanchamiento de los agujeros de los remaches. Finalmente, se realizó la reparación mediante el empleo de soldadura.

Debemos recalcar la importancia que presenta la elección adecuada de los electrodos que se han de emplear, así como la estre cha vigilancia que hay que ejercer en el caso de la soldadura de par tes sujetas a grandes cargas.

En los ejemplos prácticos citados se ha podido comprobar cómo el empleo de la soldadura no sólo facilita, sino que también me jora, tanto la construcción como la reparación de hornos rotatorios.

S. F. S.

- - -

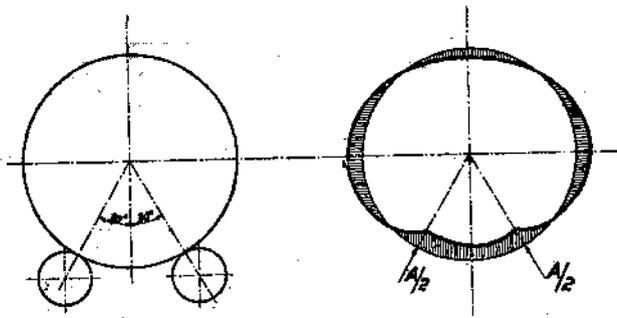


Fig. 3.

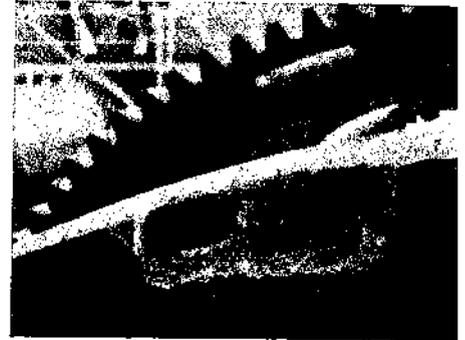


Fig. 6.

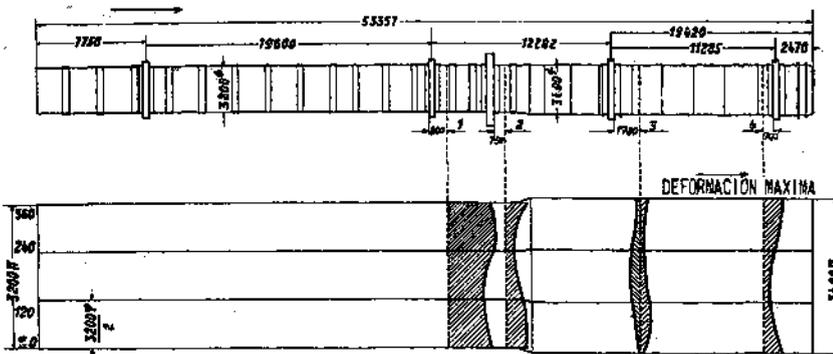


Fig. 4.

Fig. 3.—Deformación de la sección circular del horno rotatorio.

Fig. 4.—Deformaciones en un horno I.

Fig. 5.—Deformaciones en un horno II.

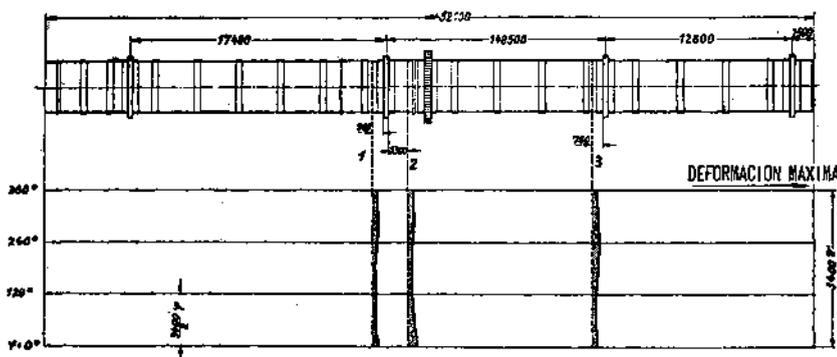


Fig. 5.

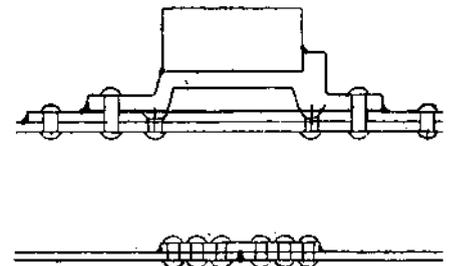


Fig. 7.

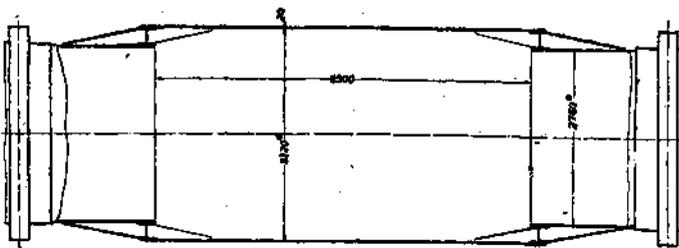


Fig. 8.

Fig. 6.—Rotura presentada en un anillo de fundición de acero, de apoyo y rodamiento.

Fig. 7.—Uniones soldadas en los hornos rotatorios.

Fig. 8.—Ampliación de la zona de sintirización de un horno rotatorio.

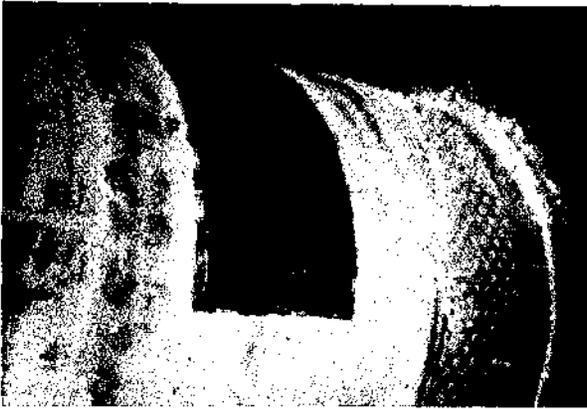


Fig. 9.

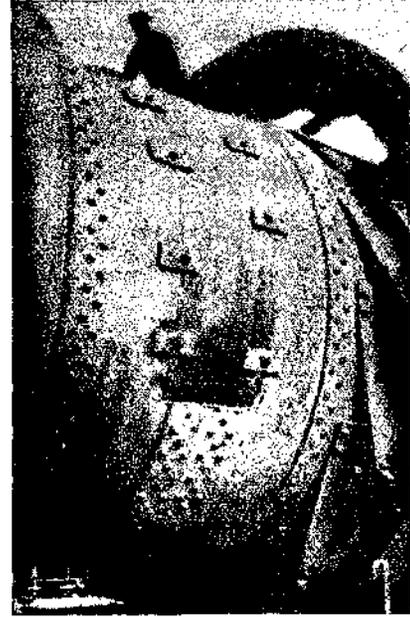


Fig. 10.

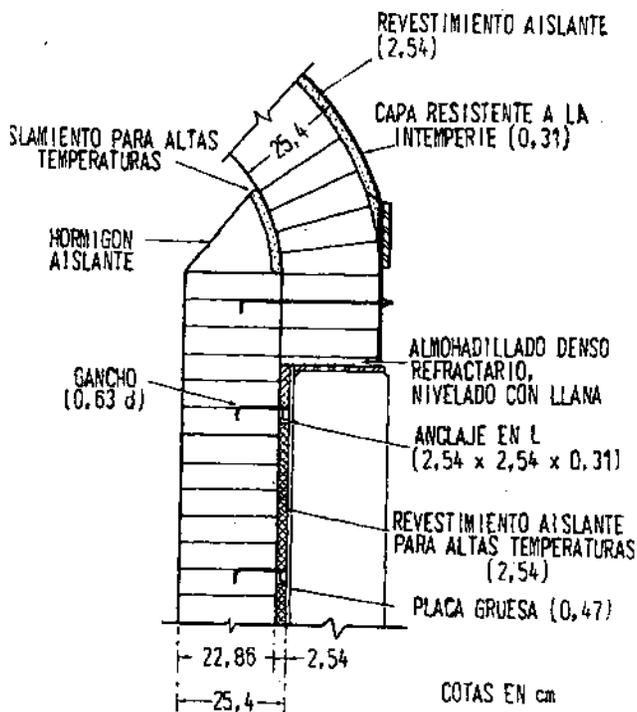


Fig. 12.

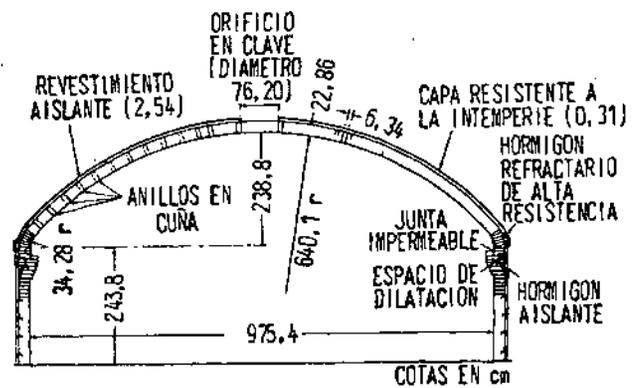


Fig. 11.

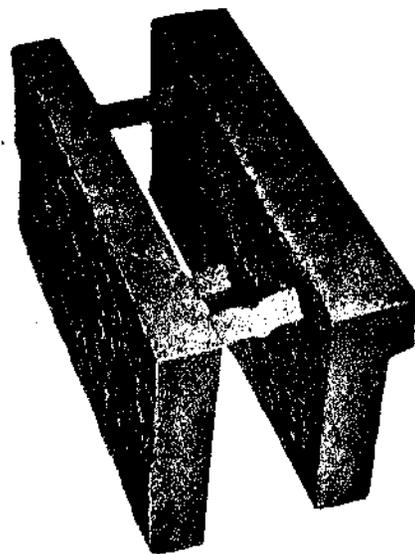


Fig. 9.—Pieza soldada en un horno rotatorio.

Fig. 10.—Colocación de una pieza, antes de la soldadura.

Fig. 11.—Corte transversal de un horno cerámico periódico, circular, construido con ladrillos refractarios aislantes.

Fig. 12.—Apoyo, desplazado al exterior, para una bóveda, de ladrillos refractarios aislantes, de un horno cerámico periódico circular.

Fig. 13.—Bloque Wilson.