4

’ 7

I1II SUERINUTRIf
0226990 0 Ra&acin 2269 Oł Folios; 62
Fecha (1D}: 2802-03-27 13:1132
1riite 0&i 1EUTE 0 1 REMcT0/ 11 PREcEt1T
Dedencld 2q30 DIVISION OE UUEVS CRECII1Ec

FORMULARIO ONico DE SOUCITLJD DE PATENTE

Patente PafenfedeModelodeUtilidad.

2 r’Iombe: IP TECNOLOGIA V1DR1ERA LTD.
IDENTIFICACION

SOUCITAHTE DirecdOn: Rue des PiIettes 1, CH-1700 Fdbourg,
(71) C.C. 0 NIT 0
Nacionidad 0 Donidffo: SUIZA

Lugar de Consljtudón: $UIZA E Li Obu 0
Cual__

TelØfono: Fax NUmero
E-mail

3 Nombre: RAMIRO CASTRO DUQUE IDEN1WICACION

REPRESENTANTE Dlrecciôn: Ora. 7 No. 16-56 Piso 9 C.C. NIT 0

OAPODERADO C.E. 0 Otro 0 TetØfono: 380-2200 Fax: 380-2700
E-mail: Cual_____

NUmero_170.322 TR1003

4 Nombre: Miguel Angel OlIn-Nufiez,Robot Marcos Cabrera-Uanos, Jorge Loredo-
Murphy, Gustavo Margain-Ortiz, Rafael Valadez-Caslillo, Juan Gabriel Flores-Ponce
INVENTOR (ES)
(12) DirecOn: Fernando Poo No.2945, Cot. Cumbres, 5°. Sector, 86410 Monterrey, NL; Av.
ACUedUC[O No. 6310, Col. SatØJlIe, Monterrey, N.L; Camino do los Peilcanos No. 901,
San Jerno, 3er. Sector, 64630 Monterrey, NL.; Pedro Alvarado 112 Oriente, Cot.
Mb’asierra, 66240 Gaza Garcia, N.L,; Roberto G. Sada 133 Oiiente Cot. Lomas del Valle
66256 Gaza (3arzla, N.L; Tuxpan No. 213, Cal. Mitras Norte, 64320 Monterrey, NL,
MEXICO (Respectivamente)
Nacionalidad a Domicillo: Mexico

5 Tftuto (M) MTODOY SISTEMA PARA ALIMENTAR YQUEMRUIC4)MJS1LLE PULVERIZAbO EN 04 HORNO bE FUNDICION DE VII)REO Y. QUEMADQR PARA USO

CON EL -.

6 Ctaslftcadon kiteraclonaI (51) 3

(33) Pais de Oriqen (32) Fecha (31)NUmero de Sobcitud
US 23-03-01 09/816.254
Sl NO

8 Parapublicaraparttrdelafechadefa ntesolicltudalos:
6 meses 0 12 meses 18 meses 0 Otro 0

ComprobantedepagoNo 24Z90iy0242907 Fecha 19-02-2002

Instrucciones para el dillgenciamiento del presente formularlo, verreverso de esta pÆgina.

202D-Ml (01-04-19)

Ao

It ANEXOS

Comprobantede pago do Ia tam do presentación do lasoilcitud. $378.000
i:ii Comprobante do pagoda la tasa por concepto do excedente do palabras en la pubffcsolôn.
Comprobante do pago por reivindicación do priorldad. $106.000

[J Doownento qua anedIta to edstenclay mpresentack5n legal cuando ci solicitante sea personajurldlca
Paderes, ci ftere ci cam

[1 Certiticado do Ia fecha de presentación de la solicltud priocidad expedida porla autoridad correspondlentey una
copla c&fficada do la primers sollcltud, cisc reMndlca prioddad.

El Traduccion simple do Ia piimera solicitud, cisc reMndica pflortdad.
[] Documento do oesiôn sici Inventor ci sollcltante o a su causante.
Resum
EeSOOdoIaIIWIÔIL
Una a mÆsrolvindicaciones.
DIbtjosyIo pianos necesarlos.

0 Deserci cam, copla del contratodoacceso.
0 Do serel caso, documento quo acredite la Ilcencia a autorizaclOn do uso deconocimientos fradicionales do las comuni-dades indigenas.
Do seret caso, certiflcado do depOsito del material b!dôgico.
ArtelInaIl2xl2.

El Do sec ci cam, informaclón sobre ob’as soilcitudes do patente o tikilos obtenldos end aidranjero porel mismo tltularo su
causante, relacionadas pardal a totalmente con la frwenciªn do asIa sdlldted.

 ;[IJ1i7.ii

12

NOMBRE AM1RO CA$TRO DUQUE

F1RMA

C.C.llO322deBagotâ TP ’I003deICSJ

Instrucciones para Ia presenlaclOn do los anexos, verreverso do esta pâglna. -

METODO Y SISTEMA PARA ALIMENTAR Y QUEMAR COMBUSTIBLE PULVERIZADO EN UN HORNO DE FUNDICION DE VIDRIO Y, QUEMADOR PARA USO CON EL MISMO.
ANTECEDENTES DE LA INVENCION.
5 CAMPO DE LA INVENCION

La presente invención se relaciona a un mØtodo y sistema para alimentar y quemar un combustible pulverizado en un horno de fundiciOn de vidrio y, mÆs especificamente, a un mØtodo y un sistema para alimentar y quemar coque de petróleo pulverizado en un horno de fundición de vidrio y a un quemador para uso
10 con el mismo.
ARTE PREVIO RELACIONADO

El proceso de fundiciôn de vidrio ha sido Ilevado a cabo con diferentes tipos
de hornos y con diferentes tipos de combustibles, dependiendo de las caracteristicas del producto y tambiØn, respecto a la eficiencia tØrmica del proceso
15 de fundiciôn y refinaciôn. Un tipo de horno para fundir vidrio es del tipo de hornos de
fundición unitarios (por medio de gas combustible); estos hornos tienen varios quemadores colocados en las partes laterales de los hornos, cuya unidad, como un todo, es semejante a una caja cerrada en donde se ubica una chimenea, que puede ser colocada ya sea al principio del alimentador o un extremo del horno, ubicado
20 corriente abajo. Sin embargo, con este tipo de horno, existla una gran perdida de
calor en el vidrio, cuando Øste dejaba los hornos --los cuales estÆn operando aalta temperatura--. Por ejemplo, a una temperatura de 250Ø0F, I calor en los gases de combustion equivale al 62% del calor de entrada para ungas natural que se quema

en el horno.

25 Para tomar ventaja del calor remanente de los gases de combustiOn, surgiO un nuevo diseæode horno mÆscaro y sofisticado, Ilamado "horno regenerativo". Es bien sabido que un horno de fundición del tipo regenerativo estÆ asociadocon una pluralidad de quemadores de gas.y un par de regeneradores sellados dispuestos a cada lado del horno. Cada regenerador tiene una cÆmara inferior, una estructura

1

1-2

refractaria por encima de la cÆmarainferior y una cÆmarasuperior por encima de la 6
estructura. Cada regenerador tiene un puerto respectivo conectando la cÆmara superior con una cÆmara de fundiciOny refinaciôn del horno. Los quemadores son
arreglados para quemar combustible, tal como gas natural, petróleo lIquido, aceite
5 combustible u otro tipo de combustible lIquido o gaseoso, que sea adecuado para
uso con el horno de fundición de vidrio y por tanto, suministrar calor necesario para
fundir y refinar los materiales que producen el vidrio en la cÆmara. La cÆmarade
fundición y refinación es alimentada con los materiales que producen el vidrio, los
* cuales se alimentan en un extremo de entrada donde se encuentra localizada una
10 entrada de alimentaciôn (doghouse) y, un distribuidor de fundiciôn dispuesto en el
(’Ilk

otro extremo del mismo, el cual comprende una serie de puertos a travØs del cual el
\ vidrio fundido puede ser sacado de la cÆmara de fundiciôn y refinaciOn.
O 4
Traseros, laterales, de quemador a travØs del pule o>
Los quemadores pueden ser colocados en un gran nümero de
15 configuraciones, por ejemplo configuraciOn "de quemador a travØs del puerto",
configuracion "puerto lateral" o una configuraciôn "puerto trasero". El combustible,
V/ por ejemplo, gas natural, es alimentado desde el quemador hacia una fuente de
ingreso de aire precalentado, el cual Ilega de cada regenerador durante el ciclo de
quemado y, la flama resultante y productos de combustion producidos en la flama se
20 extienden a travØs de la superficie de vidrio fundido y transfieren el calor a dicho
vidrio en la cÆmarade fundición y refinaciôn.
As!, durante su operaciOn, los regeneradores son ciclados alternadamente
entre ciclos de aire de combustiOn y ciclos de calor de escape. Cada 20 0 30 minutos, dependiendo del tipo de hórno, la trayectoria d6 la flama es revertica. El
25 objetivo de cada regenerador es almacØnar el calor de escape, Ia cual permite una
gran eficiencia y una temperatura de flama alta que, de otro modo, Øste se Ilevaria a cabo con aire fib.
Para operar el horno de fundiciOn de vidrio, el combustible se alimenta a los quemadores y, el aire de combustiOn que se estÆ suministrando es controlado a

2

travØs de la mediciOn de la cantidad de oxigeno y material combustible que estÆ presente en la boca del puerto y en la parte superior de la estructura, asi coma, para asegurar que dentro de Pa cÆmarade fundiciOn 0 en ciertos puntos a Ia largo de la
misma, el aire de combustion que se estÆ alimentado sea menor, que el que se
5 requiere para completar la combustion de combustible que se estÆsuministrado.
En el pasado, el combustible usado para fundir el vidrio fue petrOleo
combustible, el cual proviene de la destilaciOn de petrOleo. Por muchos aæos, este
fue el tipo de combustible que se usa, pera to difIcil de las regulaciones del media
1101 ambiente, han estado empujando para la reducciOn de petrolea combustible, dada
10 que esta clase de petrOleo cantiene muchas impurezas que provienen del petrOlea
cruda, tal coma, sulfura, vanadio, nIquel y algunas otras metales pesados. Esta

I

clase de petrOlea combustible produce contaminantes tales coma SOx, NOx y partIculas. Recientemente, la industria del vidria ha estado usanda gas natural
coma un combustible Iimpio. Tadas las metales pesadas y sulfura que vienen en el
15 fluja liquida de la destilaciOn de residuas de petrOleo no estÆn contenidas en elgas
natural. Sin embargo, la alta temperatura que produce la flama de gas natural
produce mÆs NOxque otras contaminantes. En este sentido, se ha hecho un gran
esfuerza para desarrallàr quemadores de baja NOx para el quemada de gas natural. Adicionalmente a Ia anterior, se han desarrollado diferentes tecnolagIas para
. 20 prevenir la formaciOn del NOx. Un ejempla de este tipo es la tecnologIa Oxy.Fuel, la
cual utiliza oxigeno en lugar de aire para la combustiOn del pracesa. Esta tecnologIa
tiene el inconveniente de que requiere un horno de fundiciOn unitaria can una preparacion especial de los refractarios, dada que se necesita prevenir la infiltraciôn
de aire. El usa de oxigeno tambiØn produce una flama de temperatura alta, pero,
25 con la ausencia de nitrOgena la producciôn de NOx se reduce drÆsticamente.
Otro incanveniente del proceso axy-fuel es el costa del misma oxigeno. Para
hacer Øste mÆsbarato, es necesario colocar una planta de oxigeno cerca del horno, para alimentar el oxigeno requerido par el procesa de fundición.

K.

ME-01

Sin embargo, el continuo aumento de los costos de energia (gas natural
primario) ha forzado a los principales productores de vidrio flotado a agregar "cargos adicionales" a la transportaciôn de vidrio flotado. Los precios de gas natural se han
incrementado por arriba de 120% este ario (en Mexico solamente u otras partes) por
5 sabre previos estimados.
En un consenso general entre los productores de la Industria del vidrio, es
que los distribuidores serÆn forzadosa considerar Østos nuevos "cargos adicionales"
y muy probablemente sean forzados para pasarlos a lo largo.
 Tomandoen cuenta el arte previo, iapresenteinvenciOn estÆrelacionada con
10 aplicar diferentes tecnologias para reducir el costo de fundiciôn, usando un
combustible sólido que proviene de los residuos de petrôleo de las torres de Idestilaciôn, como el coque de petrôleo, para ser usado en la producción de vidrio en una forma ambientalmente limpia.
La principal diferencia de este tipo de combustible respecto al petróleo
15 combustible y gas natural es el estado fisico de la materia, dado que el petrOleo
combustible estÆ en una fase liquida, el gas natural estÆ en una fase gaseosa,
mientras que el coque de petrôleo por ejemplo, es un sOlido. El petrOleo combustible
y el coque de petroleo tienen las mismas clases de impurezas, dado que ambos provienen de residuos de la torre de destilaciôn de petróleo crudo. La diferencia
20 significante es la cantidad de impurezas en cada uno de Østos. El coque de petróleo
se produce en tres tipos de procesos diferentes Ilamados, "layed’’flJid’y"flexi"7.. Los residuos de los procesos de destiIaciónsoncokipados en tambores y son calentados par arriba de 9000 a 10000 6Tados Farenheit par aproximadamente 36 horas para retirar muchos de los volÆtiles remanentes de los residuales. Los
25 volÆtiles se extraen desde la parte superior de los tambores de coquefaccion y el
material remanente en los tambores es una roca dura hecha de alrededor de 90%
de carbon y el resto contiene todas las impurezas del petrôleo crudo que fue usado.
La roca se extrae de los tambores usando taladros hidrÆulicosy bombas de agua.

4

Una composición tIpica de coque de petróleo estÆ dada por lo siguiente: carbon alrededor del 90%, hidrogeno alrededor del 3%, nitrógeno de entre 2% al 4%, oxIgeno alrededor del 2%, sulfuro de entre 0.05% al 6% y otros alrededor del 1%.
5 USO DEL COQUE DE PETROLEO
El uso de combustibles sOlidos de petrôleo ya ha sido usado en las industrias
de generaciôn de vapor y cementeras. De acuerdo Pace Consultants, Inc., el uso de
coque de petroleo en el aæod 99\para la generaciôn de potencia y para producción de cemento fue entre el 40%y 14 % respectivamente.
10 En ambas industrias, el quemado de coque de petrOleo es usado como
sistema de fuego directo, en el que la atmôsfera producida por la combustion del
. combustible estÆ en contacto directocon el producto. En el caso de la producciOn de
cemento, se necesita un horno rotatorio para proveer un perfil tØrmico requerido por
el producto. Asi que, cuando se produce cemento en dicho horno rotatorio se forma
15 una capa de cemento fundido que evita el contacto directo de los gases de
combustion y la flama con los refractarios del horno, evitando el ataque de los
mismos. En este caso, el producto calcinado (cemento) absorbe los gases de combustiOn, evitando los efectos erosivos y abrasivos del vanadio, S03 y NOx en el
horno rotatorio.

’ 20 Sin embargo, debido al alto contenido azufre y vanadio, el uso de coque de
petrOleo como combustible, no es de uso comün en la industria del vidrio, debido al
efecto negativo sobre la estructura de los refractarios y a problemas de medio ambiente.
PROBLEMS CON LOS REFRACTARIOS.

25 En la industria el vidrio se utilizan varios tipos de materiales refractarios y,
muchos de ellos son usados para obtener diferentes funciones, no solamente las diversas condiciones tØrmicas sino tambiØn, la resistencia qulmica y erosiOn mecÆnicadebido a las impurezas contenidas en los combustibles fOsiles.

5

El uso de combustibles fôsiles como fuente principal de energia representa
una entrada a al horno de diferentes clases de metales pesados que estÆn contenidos en el combustible, tales como el pentoxido de vanadio, ôxido de fierro,
ô xido de cromo, cobalto, etc. En el proceso de combustion, muchos de los metales
5 pesados se evaporan debido a la baja presiOn de vapor del Oxido de metal y a la alta
temperatura del horno de fundiciôn.
La caracterIstica qulmica de los gases de la combustiOn que estÆn saliendo
del horno son sobre todo Æcidos, debido al alto contenidode sulfuro del combustible fOsil. TambiŒn, el pentoxidode vanadio presenta un comportamiento Æcido tales
10 como gases de combustion de sulfuro. El Oxido de vanadio es uno de los metales
que representan una fuente de daæos para los refractarios bÆsicos, debido aque el comportamiento del Æcido de Øste oxidoestâ en estado gaseoso. Es bien conocido
que el pentôxido de vanadio reacciona fuertemente con el Oxido de calcio formando
un silicato sicâlcico a una temperatura de 1275 grados celsium.
15 El silicato dicÆlcico continua el dano hasta formar una fase’demerwinite, despues una fase de monticelite y finalmentrforstfise’rite los cuales reaccionan con
el pentoxido de vanadio-patÆ formar un punto de fundiciOn bajo de vanadato tricÆlcico.
Una forma de reducir el daæo causado a los refractarios bÆsicos es la

40

20 reducciOn de la cantidad de Oxido de calcio en el refractario bÆsico principal, para
evitar la producciOn de silicato dicÆlcicoque continua reaccionando con el pentOxido
de vanadio hasta que el refractario pueda fallar.
Por otra parte, el principal problema con el uso del coque de petrôleo estÆ relacionado con el alto contenido de sulfuro y vanadio, el cual tiene un efecto
25 negativo sobre la estructura de los refractarios en el los hornos. Las principales
caracteristicas de requerimiento de un refractario es que sea resistente a la exposiciOn de temperaturas elevadas por grandes periodos de tiempo. En suma, Øste debe poder resistir cambios de temperatura repentinos, resistir la acciOn erosiva del vidrio fundido y las fuerzas abrasivas de particulas en la atmOsfera.

El efecto del vanadio sobre los refractarios ha sido estudiado en diversos
escritos, por ejemplo, Roy W. Brown y Karl H. Sandmeyer en su escrito: "El efecto del vanadato de sodio sobre las super estructuras de los refractarios", parte I y II, Magazine de la Industria del Vidrio, EdiciOn Noviembre y Diciembre 1978. En este
5 escrito, los investigadores experimentaron con diferentes refractarios de fundiciOn,
los cuales fueron enfocados sobre la superaciôn del ataque del vanadio en el flujo
de las composiciones de fundición, tales como alumina-zirconia-silica (AZS), aümina alfa-beta, alumina alfa, alumina beta, las cuales son comünmente utilizadas en las

10 superestructuras de los tanques para vidrio.
10 J. R. Mclaren y H. M. Richardson en su escrito, "La acciôn de pentôxido de vanadio sobre los refractarios de silicato de aluminio" describe una serie de experimentos en los cuales la deformaciôn del cono fueron lievados a cabo sobre juegos de muestras de suelo de ladrillos con contenido de alumina de 73%, 42% y 9%, cada muestra conteniendo adiciones de pentoxido de vanadio, en forma
15 individual o en combinación de óxido de sodio o ôxido de calcio.
La discusiôn de los resultados fueron enfocados sobre la acciOn del pentoxido
de Vanadio, la acciôn del pentoxido de vanadio con óxido de sodio y la acción de pentoxido de vanadio con Oxido de calcio. Ellos concluyeron que:
1. La mullita resistió la acciôn del pentoxido de vanadio a temperaturas por
20 arriba de 1700°C.

2. No se encontrô evidencia de la formación de compuestos cristalinos a soluciones sOlidas de pentoxido de vanadio y alumina o de pentoxido de vanadio y

silica.

3. El pentoxido de vanadio puede actuar como un mineralizador durante la
25 escorificaciôn de los refractarios de aluminosilicato par cenizas de petrOleo pero,
Øste no es agente de escorificación mayor.
4. Compuestos de fundiciôn baja son formados entre el pentoxido de vanadio
y óxidos de calcio a sodio, especialmente el primero.

7

5. En reacciones entre, ya sea, vanadato de calcio o sodio y aluminosilicatos,
se forman escorias de bajo punto de fusion con ladrillos con alto contenido de silica, mÆs que con ladrillos de alto contenido dealumina.
T.S. Busby y M. Carter en su documento "El efecto del S03, Na2SO4 y V205
5 sobre la vinculaciOn de minerales de refractarios bªsicos", Glass Technology" Vol.
20, No. AbnI, 1979, probaron en un gran nümero de espinelas y silicatos, el enlace
de minerales de refractarios bÆsicos, en una atmósfera sulfurosa entre 600 y 1400°C, ambos con y sin adiciOn de Na2SO4 y V205. Se encontrô que algo de MgO o CaO en estos minerales fue convertido a sulfato. El coeficiente de reacciOn
10 se incrementO por la presencia de Na2SO4 o V205. Los resultados indicaron que el
CaO y MgO, en refractarios bÆsicos, pueden ser convertidos en sulfato, siemprey cuando Østos sean usados en un horno, en el que el sulfuro estØ presente en los gases de desecho. La formaciOn de sulfato de calcio ocurre por debajo de los 1400°C y del sulfato de magnesio por debajo de los 1100°C.
15 Sin embargo, como previamente fue descrito, el efecto del vanadio sobre los refractarios produce una gran cantidad de problemas en los hornos de vidrio, lo cual
no ha sido resuelto en su totalidad.
COQUE DE PETROLEO Y EL MEDIO AMBIENTE.
Otro problema del uso de coque de petrOleo estÆ relacionado con el medio

41

20 ambiente. El alto contenido de sulfuro y metales como niquel y vanadio que se
producen por la combustiOn del coque de petróleo ha provocado problemas en el medlo ambiente. Sin embargo, ya existen desarrollos para reducir o desulfurar el coque de petrOleo con un alto contenido de sulfuro (sobre 5% por peso). Por ejemplo, la Patente Norteamericana No. 4389388 concedida a Charles P. Goforth en
25 Junio 21 de 1983, estÆ relacionadacon la desulfurizaciôn de coque de petrOleo. El
coque de petrOleo es procesado para reducir el contenido de sulfuro. El coque en grena se pone en contacto hidrOgeno caliente, bajo condiciones presurizadas, por
un tiempo de residencia de entre 2 a 60 segundos. El coque desulfurizado es adaptable para uso en electrodos o metalurgia.

La patente norteamericana No. 4857284 concedida a Rolf Hauk en agosto 15
de 1989, estÆ relacionada a un Proceso para remover sulfuro de los gases de desperdicio en la etapa de reducción de un horno de cubilote. En esta patente se
describe un nuevo proceso para remover el sulfuro contenido en un compuesto
5 gaseoso por absorciôn de al menos una parte de los gases de desperdicio en la
etapa de reducciôn de un horno de cubilote para mineral de hierro. Los gases de desperdicio son limpiados inicialmente en un lavador y enfriador, seguido de una desulfurizaciôn, durante el cual, el material que absorbe el sulfuro estÆ constituido

0 en parte del hierro esponjoso que se produce en la reducciôn del horno de cubilote.
10 Ventajosamente, la desulfurización toma lugar a una temperatura en el rango de
30°C a 60°C. Es preferible que Øste se Ileva a cabo separando el CO2 del gas del
horno de fundiciôn, usando una parte de dicho gas del horno de fundiciôn como

0
gases de salida.
La patente Norteamericana No. 4894122 concedida a Arturo Lazcano-
15 Navarro, et at, en Enero 16 de 1990, estÆ relacionada a un proceso de
desulfurizaciôn de residuos, de la destilación de petróleo, en la forma de partIculas
de coque teniendo un contenido inicial de sulfuro mayor que 5% en peso. La desulfurización es efectuada par media de un proceso electrotØrmico que se basada
en una pluralidad de capas fluidizadas que se conectan secuencialmente a travØs

0

20 de las cuales las partIculas de coque se introducen sucesivamente. La generaciôn
de calor necesaria para desulfurar las partIculas de coque se obtienen al usar partIculas de coque como una resistencia elØctrica en cada capa fluidizada, at proveer un par de electrodos que se ubican dentro de las partIculas de coque fluidizadas. Se provee al menos una capa fluidizada sin electrodos para enfriar las
25 partIculas de coque desulfurizado despuØs de que el nivel de sulfuro ha sido
reducido a par Ia menos un aproximado de 1% en peso.
La patente Norteamericana No. 5259864 concedida a Richar B. Greenwalt en Noviembre 9 de 1993, estÆ relacionada con un mØtado para tratar un material no deseable al medio ambiente que cantiene coque de petrôleo, sulfuro y metales

pesados contenidos en el mismo y, para proveer combustible para un proceso de fabricar preproductos de acero o hierro fundido y reducción de gas en un fundidor/gasificador que tiene un extremo superior de carga de combustible, un
extremo de descarga de gas de reducción, un extremo inferior de recolección de
5 escorias y metal fundido y medios para proveer una entrada para cargar material
ferroso en el fundidor-gasificador; introducir coque de petrôleo en el fundidor-gasificador en el extremo superior de carga de combustible; introducir un gas conteniendo oxIgeno conjuntamente con el coque de petrôleo para formar al menos

0 una primera capa fluidizada de partIculas de coque de petrOleo; introducir un

10 material ferroso en el fundidor-gasificador a travØs de medios de entrada, haciendo
reaccionar el coque de petrôleo, oxIgeno partIculas de material ferroso para la
. combustion de la mayor porcion de coque de petróleo para producir un gas de
reducción y preproductos de acero o hierro fundido que contengan metales pesados
libre de combustiOn del coque de petrOleo y una escoria conteniendo sulfurico
15 liberado de la combustiOn de coque de petrOleo.
Un factor adicional que tiene que ser considerado en la industria del vidrio es
el control del medio ambiente, principalmente la contaminaciôn de aire. El horno de
fundiciôn contribuye sobre el 99% de agentes contaminantes gaseosos y partIculas
de las emisiones totales de Ia fÆbrica de vidrio. Los gases de desperdicio del

it 20 combustible del horno de fundiciOn de vidrio consisten principalmente de diOxido de

carbono, nitrogeno, vapor de agua, Oxidos de sulfuro y Oxidos de nitrOgeno. Los
gases de desperdicio que liberan los hornos de fundiciOn consisten principalmente
de gases de combustiOn generados por combustibles y de gases que se liberan de
la fundiciOn de la mezcla, el cual, a su vez, depende de las reacciones qulmicas que
25 estÆn tomando lugar en ese tiempo. La proporciOn de gases de desperdicio,
exclusivamente de los hornos calentados por flama representan del 3 al 5% del volumen de gas total.
La proporciOn de componentes de contaminaciOn de aire en los gases de desperdicio del combustible depende del tipo de combustible de quemado, su valor

10

calorIfico, Ia combustion de temperatura del aire, el diseæo del quemador, la configuración de la flama y, el exceso de aire de suministro. Los óxidos de sulfuro en los gases de desperdicio de los hornos de fundición de vidrio son originados del tipo de combustible usado, as[como, de las mezclas de fundiciOn.
5 Ya se han propuesto varios mecanismos que incluyen la volatilización de los
ó xidos de metal e hidrôxidos. Cualquiera que sea el caso, es bien conocido que
como resultado del anÆlisis quimico de las partIculas de materia actuales, mÆsdel
70% de los materiales son compuestos de sodio, alrededor del 10% al 15% son compuestos de calcio y el balance es, sobre todo, magnesk(iierro1.’silica y alumina.
10 Otras consideraciones importantes en los hornos de fundiciOn de vidrio son
las emisiones de S02. La emisiOn de 502 es una funciôn que se eintrodujo en las materias primas y combustible. Durante el tiempo del calehtamiento del horno, por ejemplo, despuØs de que alcanza su nivel de producciôn, se produce
una gran cantidad de S02. El volumen de emisiones de S02 estÆ en el rango de
15 alrededor de entre 2.5 libras por tonelada de vidrio fundido hasta 5 libras por
tonelada. La concentraciOn de S02 en la descarga estÆ generalmente en el rango
de 100 a 300 ppm cuando la fundiciOn se realiza con gas natural. Cuando se usa

combustible con un alto contenido de sulfuro, se agregan aproximadamenteiibras 2
de S02 por tonelada de vidrio por cada I % de sulfuro en el combustible.

20 Por otra parte, la formaciôn de NOx como resultado del proceso e combustiOn 0

ha sido estudiado y descrito por un gran nümero de autores (Zeldovich, _J. "La
oxidaciOn de NitrOgeno en combustiOn y explosiones" Acta. Physochem. 21 (4)
1946; Edwards, J. B. Combustion: "La formaciôn y emisiones de especies de
vestigios". Ann Arbor Science Publishers, 1974. p-39). Estos fueron reconocidos por
25 la DivisiOn de EstÆndaresde Emisiones, Oficina de EstÆndaresy PlaneaciOn de la
Calidad del Aire, USEPA, en su reporte sobre "Emisiones de NOx en la manufactura
de vidrio", incluye a Zeldovich sobre la formaciOn homogØnea del NOx y a Edwards
en su presentaciôn sobre ecuaciones empiricas. Zeldovich desarrollO una tasa

11

/?(o
constante para la formaciôn de NO y NO2 coma el resultado de procesos de combustion de alta temperatura.
Finalmente, baja condiciones de operación normal, cuando las flamas son
ajustadas apropiadamente y el horno no estÆ requiriendo de aire combustible,
5 solamente se detecta en el escape, una pequena cantidad de CO y otros residuos,
producto de una combustiOn incompleta de combustibles fôsiles. La concentraciOn
de gas de estas especies serÆ menora 100 ppm y probablemente menor a 50 ppm,
con una tasa de producciOn de menos de 0.2%/ton. El control de estos

0 contaminantes es establecer simplemente una combustiOn apropiada.
10 TØcnicas de procesamiento para la reducciôn de emisiones gaseosas estÆn esencialmente restringidas a la selecciOn propia de los combustibles de quemado y
de las materias primas, asi coma al diseæo y operaciOn del horno. La Patente Norteaniericana No. 5053210 concedida a Michael Bushel et al, en Octubre I de 1991, describe un mØtodo y un aparato para la purificaciOn de los gases de
15 combustion, particularmente para la desulfuraciOn y eliminaciôn del NOx de los
gases de combustiOn, por media de una reacciôn catalitica y una de absorciôn multietapas en un flujo de gravedad que se mueve en capas granulares, en
materiales de soporte de carbOn contactados por medio de vapor transversal del
gas, en el cual un minimo de dos capas movibles son arregladas en serie con
S20 referenda a la ruta del gas, de tal forma que la eliminaciôn del NOx toma lugar en la
segunda o en cualquier capa movible ubicada corriente abajo. Cuando es necesario
purificar grandes volümenes de gases de combustiOn de los hornos industriales, la purificaciOn es afectada inversamente por la formaciOn de residuos de gas con una
amplia variaciôn de concentraciones de dióxido de sulfuro. Esta desventaja es
25 eliminada debido a que los gases de combustiOn que estÆn dejando laprimera capa
movible, --que tiene un gradiente de concentración de dióxido de sulfuro variable--,
es sometida a mezclas repetidas, antes de agregar amoniaco como un reactivo para

la eliminación de NOx.

12

La patente Norteamericana No. 5636240 concedida a Jean-Syan et al el 3 de
Junio de 1997, estÆ relacionada a un proceso y aparato para el control de aire contaminante para un horno de vidrio, el cual se usa en la salida de los gases de desperdicio del horno e incluye, pasar los gases de desperdicio a travØs de una torre
5 de neutralización del tipo roclo para remover los sulfatos en los gases de
desperdicio por medlo del roclo de un absorbente (NaOH) para reducir la opacidad
de los gases de escape y, emplear un dispositivo de alimentación de potencia neumÆtica paraalimentar periódicamente cenizas finas a hidróxido de calcio en una trayectoria entre la torre de neutralizaciôn tipo roclo y una secciôn de almacenaje
10 para mantener el funcionamiento normal de una bolsa filtrante en la secciôn de
almacenaje.
QUEMADORES PARA COMBUSTIBLE PULVERIZADO
Finalmente, para el quemado de coque de petrôleo en polvo a pulverizado es
necesario considerar un diseæo de quemador de tipo especial. Generalmente, la
15 energia de igniciôn es suministrada a una mezcla de aire combustible para encender
la flama del quemador. Ya existen algunos sistemas de quemado que han sido desarrollados para el quemado de combustible pulverizado como carbon coque de petroleo.
La solicitud PCT/EP83/00036 de Uwe Wiedmann et al, publicada en
20 Septiembre 1, 1983, describe un quemador para combustibles liquidos, gaseosos o

) ()teJr2 pulvurento sd quemado tiene una cÆmara de igniciôn con una pared, la cual se

proyecta hacia afuera y teniendo una simetrIa de rotaciôn, asI como una tuberia de escape conectada a la misma. En el centro de la pared de la cÆmara, estÆ lacalizada
la entrada de la tuberla conectada al mismo. En el centro de la pared de cÆmara,
25 estÆ ubicada la entrada de una tuberla para la admisiôn de un chorro de
combustible asi como, un aire de suministro rodeando dicha entrada para la admisiôn de un Vortex de aire de combustiOn, el cual produce, dentro de la cÆmara
de igniciOn, un flujo de recirculaciOn de aire caliente mezclando el chorro de combustible y calentando el ültimo a la temperatura de igniciOn. La cantidad de aire

13

X)

del vortex que se estÆ suministrando a la cÆmara de igniciOn, essolamente una
porciôn del total de aire de combustion requerido. En el area entre la pared de
cÆmara y la tuberia de escape, se provee una tuberla de admisiOn de un aire secundario, a travØs del cual otra porciOn del aire de combustion puede ser
5 suministrado en la cÆmara de igniciOn, dicha porciôn siendo mezclada parcial o
totalmente con el chorro de combustible. La suma de [as porciones de aire de combustion que estÆn participando dentrode la cÆmara de igniciOn en la mezcla con
el chorro de combustible (de aqul a la ignición e iniciaciôn de la combustion), es ajustada para no excederse del 50% del total de aire de combustion requerido. Al
10 conjugar todas Østas mediciones, se provee un quemador particularmente apropiado
para Ia producción de calor para un proceso industrial y ademÆs teniendotasas de poder variables e intermediarias, una producciOn de igniciOn estable, una flama con
una forma delgada y alargada en la cÆmara de combustiOn y con una desviaciOn radial de particulas.
15 La patente Norteamericana No. 4412810 concedida a Akira Izuha et at, en Noviembre I de 1983, estÆrelacionada un quemador de carbOn pulverizado capaz
de lievar a cabo una combustiOn en un estado estable con una reducciôn en las cantidades de NOx, Co y carbOn no quemado que se produce como resultado de la combustiOn.

I20 La patente Norteamericana No. 4531461 concedida a William H. Sayler en Julio 30 de 1985, estÆ relacionada a un sistema para pulverizar y quemar combustible sôlido, tat como carbOn u otro combustible fOsil y, para el quemado de
dichos combustibles pulverizados suspendidos en un flujo de aire, principalmente en
relaciOn con hornos industriales tales como aquellos que se usan para calentar
25 calderas de procesamiento de yeso y hornos metalürgicos.
La patente Norteamericana 4602575 concedida a Klaus Grethe en Julio 29 de 1986, estÆrelacionada con un mØtodo de quemado de coque de petrOleo en polvo
en una flama de quemado que tiene una zona de recirculaciOn interna intensiva. El polvo de coque de petróleo es suministrado a aquella region de la zona de

14

=?P

recirculación intensiva, la cual provee la energia de ignicion para el polvo de coque
de petrOleo, que va a ser quemado. Sin embargo, esta patente describe que, dependiendo del tipo de procesamiento al que se somete el petróleo crudo, el coque
de petróleo puede contener materiales nocivos tales como, vanadio, el cual no
5 solamente 10 conduce a compuestos corrosivos durante su combustion en
generadores de vapor, sino ademâs, contamina considerablemente el medio ambiente cuando ellos son liberados del "generador de vapor" con los gases de la combustion. Sugiere que, cuando se usa este quemador, los efectos negativos o acontecimientos peligrosos pueden ser extensivamente evitados mediante la adiciôn
10 de aditivos unidos con el vanadio en la combustion, via el incremento de aire.
Otro desarrollo sobre quemadores de carbon estÆ ilustrado en la patente Norteamericana No. 4924784 concedida a Dennis R. Lennon et al, en Mayo 15 de

S
1990, la cual estÆ relacionada al: Quemado de carbOn refinado pulverizado en
solvente en un quemador para una "caldera o semejante".
15 Finalmente, la Patente Norteamericana No. 5829367 concedida a Hideaki
Ohta et al en Noviembre 3 de 1998, estÆ relacionada a un quemador para la

0 combustiOn de una mezcla de carbon pulverizado que tiene dos tipos de

concentraciOn, rica y pobre, tiene una altura de un panel de quemador reducido y
sobre todo, es un quemador simplificado. Los quemadores so aplican para un horno
20 de caldera o hornos para la industria quimica.
Como se ha descrito en lo anterior, los desarrollos han sido enfocados al
control de la contaminación del coque de petrOleo, sin embargo, Østos han sido enfocados sobre la desulfuraciOn 0 descontaminaciOn del coque de petrOleo.
Por otra parte, no obstante que el coque de petrOleo ya ha sido usado en
25 otras industrias, en algunos casos el mismo producto absorbe los gases
contaminantes, asi como, los efectos erosivos y abrasivos del vanadio en los hornos (ver industria del cemento).
En cada caso, los problemas de contaminaciOn y su soluciOn depende de
cada industria. Cada industria y hornos tienen diferentes propiedades tØrmicas y

15

1-3?k
79
problemas con los contaminantes, con el tipo de refractarios los cuales tambiØn
tienen influencia en el consumo de energia y calidad del productoy sobre todo en
la estructura del horno y en el producto resultante.
SOLUCION PROPUESTA
5 No obstante todo lo anterior, en la industria del vidrio no ha sido considerado a esta fecha, el quemado de coque de petróleo para la fundición de materia prima
de vidrio debido a la consideraciôn de todos los factores arriba descritos, tal coma la contaminación y los altos contenidos de vanadia y sulfuro, los cuales tienen un efecto negativo sobre la estructura de los refractarios en los hornos y tambiØn serios
10 problemas con el media ambiente.
Considerando todos los procesos descritos anteriormente, la presente
invenciôn estÆ relacionadacon el uso de un combustible sólido de bajo costa, de residuos de la destilaciôn de petrôleo (coque de petróleo) para producir un vidrio comercial, en un media ambiente limpio, reduciendo el riesgo de daæos en los
15 refractarios del horno para la producción de vidrio y para reducir las emisiones de
contaminantes en la atmósfera. Este combustible sólido, como fue descrito en el arte relacionado, no ha sido considerado para ser usado en la fundiciOn de materiales de
vidrio por causa de los problemas previamente descritos.
Para el uso de Østa invención se desarrollô un equipo de combustiOn para
. 20 alimentar y quemar coque de petrOleo, para ejecutar una combustiOn eficiente. La
invenciôn tambiŒnconsiderô un sistema de control de emisiones, el cual fue
colocado detrÆs del horno, para limpiar los gases de combustiOn, evitando la
emisiOn de impurezas del combustible tal como SOx, NOx y partIculas. Mediante la integraciOn de quipo desarrollado y seleccionando sistema y equipa de una
25 configuraciOn adecuada, es posible usar un combustible de baja costa, produciendo
un vidrio comercial y generando gases de combustiOn dentra de las regulaciones

ambientales.

De lo anterior, la presente invenciOn consiste en el diseæode varias sistemas
colocadas en un proceso simple, para producir vidrio comercial en un horno del tipo

16

IN
"side-port". De esta forma, en un horno de fundiciôn del tipo "side port", un combustible pulverizado del tipo compuesto de carbOn, sulfuro, nitrOgeno, vanadio,
fierro y niquel, es quemado para fundir materias primas de vidrio para la manufactura de IÆminas de vidrioo envases. Medios para suministrar el combustible
5 pulverizado para alimentar combustible en al menos un quemador que estÆ
colocado por cada uno de una pluralidad de primeros y segundo puertos laterales de
una region de fundiciOn de vidrio de dicho horno de fundiciOn de vidrio, para quemar
el combustible pulverizado durante ciclos de fundiciôn de vidrio, dicho horno de fundiciOn de vidrio incluyendo medios refractarios en las cÆmaras regenerativasde
10 un horno de fundiciOn de vidrio para soportar la acciôn erosiva de la fundiciôn de
vidrio, la acciôn corrosiva de los gases de combustiOn y las fuerzas abrasivas de partIculas en la atmôsfera provocada por el quemado de dicho combustible pulverizado en el horno. Finalmente, medios para controlar la contaminaciôn de aire
en la salida de los gases de desecho, despuØs de que la combustiOn del
15 combustible pulverizado en el horno de fundiciOn de vidrio ha sido Ilevado a cabo,
dichos medios para controlar la contaminaciôn de aire reduciendo las emisiones de compuestos de sulfuro, nitrOgeno, vanadio, fierro y niquel.
AdemÆs, para reducir o evitar un posible dano al Oxido de magnesio, se
requiere tener al menos un 98% de ôxido de magnesia, en donde Ia pureza de la
20 materia prima que forma el refractario, reduzca la cantidad de ôxido de calcio
presente en el material y retrase la fundiciOn a una fase fundida. Este refractario, para tener las impurezas circundadas por el Oxido de magnesia, Øste debe ser sinterizado a una alta temperatura creando una adherencia cerÆmicaen el material principal.
25 El refractario base de 98% de Oxido de magnesia o mÆs es regularmente usado en las filas superiores de las cÆmaras regenerativas del horno de fundiciOn. Otro ejemplo de refractarios que pueden ser utilizados en las cÆmarasregenerativas
a "top checkers" son los materiales de fundiciOn moldeables de zirc6n-sIlica-

17

1Y72
alumina, los cuales tambiØn presentan un comportamiento Æcido,como el pentôxido
de vanadlo, reduciendo el impacto del daæo a los refractarios.
La selección correcta del material refractarlo dentro del horno de fundiciOn,
puede reducir el impacto de las impurezas que estÆncontenidas en los combustibles
5 sOlidos, basados en un anÆlisistermodinÆmicoy en la composiciOn qulmica de las
impurezas y de los compuestos qulmicos que forman los refractarios.
SUMARIO DE LA INVENCION

De acuerdo con la presente invención, un primer objetivo de la presente
invenciOn es proveer un mØtodo y un sistema para alimentar y quemar un
10 combustible pulverizado en un horno de fundiciôn de vidrio, para alimentary para
quemar coque de petróleo pulverizado, reduciendo los costos de fundiciôn de vidrio.
. Un objetivo adicional de la presente invenciOn, es proveer un mØtodo y sistema para alimentary quemar un combustible pulverizado que contiene carbOn,
sulfuro, nitrOgeno, vanadio, fierro y niquel en un horno de fundiciOn de vidrio, el cual
15 controla las emisiones producidas por el quemado del combustible pulverizado, para
limpiar los gases de combustiOn y reducir las emisiones de impurezas del combustible pulverizado tales como SOx, NOX y partIculas, la reducción de emisiones siendo controladas despuØs de que se ha Ilevado la combustiOn de combustible pulverizado en el horno de fundición de vidrio.
20 Es otro objetivo de la presente invención, es proveer un mØtodo y un sistema para alimentar y quemar un combustible pulverizado en un homo de fundiciôn de vidrio, en donde una mezcla de combustible pulverizado en combinaciOn con aire o gas es inyectado a una alta velocidad en cada uno de los quemadores.
Un objetivo adicional de la presente invención es proveer un mØtodo y un
25 sistema para alimentary quemar un combustible pulverizado en un horno de
fundiciOn de vidrio, que usa refractarios especiales para la construcción de las cÆmaras del horno de fundiciOn de vidrio con el objeto de disminuir los efectos abrasivos y erosivos producidos por el quemado de dicho combustible pulverizado, especialmente por los efectos producidos por el V2 05.

18

7?)

Un objetivo adicional de la presente invención, es proveer un mØtodo y un
sistema para alimentary quemar un combustible pulverizado en un horno de
fundición de vidrio, en donde el combustible pulverizado es alimentado directamente
al horno en una relaciôn aire-combustible de alrededor del 16% de aire en exceso,
5 con respecto al aire estequiometrico.
Otro objetivo de la presente invenciOn es proveer un mØtodo y un sistema
para alimentary quemar un combustible pulverizado en un horno de fundiciôn de
vidrio, en donde el vidrio tambiØn puede ser simultÆneamentefundido con dos o tres

q* tipos de combustible. Una serie de quemadores puede ser arreglados en la cÆmara
10 de fundiciOn para quemar independientemente coque de petrOleo, gas o petrôleo
combustible.

eOtroobjetivo de la presente invenciOn es proveer un mØtodo y un sistema para alimentary quemar un combustible pulverizado en un horno de fundiciOn de
vidrio, en donde el combustible pulverizado es alimentado por media de medios
15 neumÆticos,con una elevada relaciôn sôlido-aire.
Estos y otros objetivos y desventajas de la presente invención serÆn
evidentes a los expertos en el campo de la siguiente descripciOn detallada de
invención, la cual es ilustrada en los dibujos anexos.
BREVE DESCRIPCION DE LOS DIBUJOS

S20 La figura I es in diagrama de bloques de una modalidad de la presente invención, comprendiendo principalmente: un sistema para alimentar y quemar un combustible pulverizado en al menos un quemador de un horno de fundiciOn de
vidrio; medios refractarios en diferentes formas, formando las paredes y techo de un
horno de fundiciôn de vidrio, para resistir la acción erosiva de la fundiciOn de vidrio,
25 la acciôn corrosiva de los gases de combustion y las fuerzas abrasivas de las
partIculas que se provocan por el quemado de dicho combustible pulverizado en el horno; y un sistema de control ambiental para controlar la contaminaciôn de aire en
la salida de los gases de desecho despuØs de que la combustion del combustible pulverizado ha sido Ilevada a cabo en el horno;

19

La figura 2 ilustra otro diagrama de bloques de la primera modalidad del sistema para alimentar y quemar el coque de petrôleo de acuerdo con la presente invención;
La figura 3 es una vista en planta de un horno de fundiciOn de vidrio del tipo
5 regenerativo;
La figura 4 es una vista longitudinal esquemÆtica del horno ilustrado en la
figura 1;
La figura 5 es una vista esquemÆtica del sistema para alimentary quemar un
combustible pulverizado de acuerdo con la presente invenciOn;
10 La figura 6 es una vista lateral del sistema para alimentary quemar un
combustible pulverizado en combinaciOn con un horno de fundición de vidrio del tipo regenerativo;

S La figura 7 es una vista detallada de un arreglo de un quemador para
alimentary quemar un combustible pulverizado de acuerdo con la presente
15 invenciôn;
La figura 8 es una vista lateral, la cual fue tomada de la figura 7, en una Smodalidad preferida de un quemador para el quemado de coque de petrOleo pulverizado de acuerdo con la presente invención;
La figura 9 es una vista frontal, la cual fue tomada de la figura 8;
20 La figura 10 es una vista detallada de una secciôn vertical del quemador de la
9
figura 8;
La figura 11 es una vista en planta, la cual fue tomada de la Ilnea "A-A" de la
figura 10, mostrando al quemador con dos boquillas de salida; y,
La figura 12 es otra vista en planta, mostrando al quemador en una segunda
25 modalidad con una boquilla de salida.
DESCRIPCION DETALLADA DE LA INVENCION

La invenciOn serÆdescrita a continuación en relaciôn a una modalidad especIfica, en donde las mismas partes serÆnreferidas a los mismos nümeros y en donde la figura
1 es un diagrama de bloques de una modalidad de la presente invenciôn,

comprendiendo principalmente: un sistema para alimentary quemar un combustible pulverizado en al menos un quemador A de un horno de fundiciôn de vidrio el tipa serÆ escrito mÆs tarde. Medios refractariosB formados de diferentes
aspara formar las paredes y techo de las cÆmaras regenerativas de un horno
5 de fundición de vidrio, los medios refractarios siendo seleccionados de un material
con al menos 98% de ôxido de magnesia, en donde la pureza de la materia prima que forma el refractario, reduce la cantidad de ôxido de calcio que estÆ presente en
el material y retarda Ia formaciôn de una fase fundida. Este refractario, para tener las impurezas circundadas par el ôxido de magnesia, debe ser sinterizado a una alta
10 temperatura creando una adherencia cerÆmica en el material principal. Otros
materiales que pueden ser usados en las cÆmaras regenerativas a "top checkers" en donde la temperatura alcanza de entre 1350 a 1450° Celsius, son los materiales de fundiciôn moldeables de zirconia-sIlica-alumina, los cuales tambiØn presentan un comportamiento Æcido coma el pentôxido de vanadio, reduciendo el impacto de daæo
15 a los refractarios. Otro tipo de materiales refractarios que pueden ser usados son
aquellos seleccionados de un material conteniendo de airededor del 80% de
magnesia y de alrededor de 20% de zirconio-silicato. Dichos materiales sienda
usados para resistir la acciôn erosiva de la fundiciôn de vidrio, la acciôn corrasiva de
los gases de combustiOn y las fuerzas abrasivas de las partIculas que se pravocan
I 20 por el quemado de dicho combustible pulverizado (coque de petrôleo) en el horno.
Finalmente, se requiere un sistema de control ambiental C para controtar la cantaminaciOn de aire en la salida de los gases de desecha despuØs de que la
combustiOn del combustible pulverizado ha sido Ilevada a cabo en el horno.
Haciendo ahara referencia a la figura 2, el sistema para alimentar y quemar
25 un combustible a quemador 48a, 48b, 48c,
48d, 48e, 48f, 48g y 48h, asI coma a cada quemadar 50a, 50b, 50c, 50d, 50e, 50f, 50g y 50h (ver figuras 3 y 5) para alimentar y quemar el caque de combustible pulverizado dentra del horno de fundiciOn de vidrio. El sistema para alimentar y quemar un combustible pulverizado (A) comprendiendo en combinacion; un sistema

21

dosificador (D) para dosificar el coque de petróleo pulverizado, un sistema de combustiOn (E) para quemar el coque de petrôleo pulverizado dentro del horno de fundiciOn de vidrio. El sistema de dosificaciôn (D) puede ser alimentado por un sistema para alimentar y manejar el coque de petrOleo pulverizado (F), ya conocido
5 en la industria.

A continuación se describirÆ, el sistema para alimentar y quemar un combustible pulverizado (A) en relaciOn con las figuras 3 a 5, por ejemplo, las figuras
3 y 4 estÆn mostrando vistas esquemÆticasde un horno de fundición de vidrio del
tipo regenerativo el cual comprende una cÆmara de fundiciOn 10, una cÆmara de
10 refinaciôn 12, una cÆmara de acondicionamiento 14 y una garganta 16 entre la
cÆmarade refinaciOn y la cÆmarade acondicionamiento 14. El extremo frontal 18 de

S

la cÆmarade refinación 12 comprende una serie de conexiones alimentadoras 20 a travØs del cual el vidrio fundido se remueve de la cÆmara de refinaciOn 12. El extremo trasero 22 de la cÆmara de fundiciôn 10 incluyendo una area de
15 alimentaciôn 24 a travØs de la cual, los materiales para hacer el vidrio son
alimentados por medio de un cargador de mezcla 26. Se provee un par de regeneradores 2830 por cada lado de la fundiciOn 10. Los regeneradores 28 y 30
son provistos con puertos de quemado 32, 34, conectando cada regenerador 28, 30
con la cÆmara de fundiciôn 10. Los regeneradores 28, 30 se proveen con una
. 20 cÆmara de regeneracion de gas 36 y una cÆmara de regeneraciOn de aire 38.
Ambas cÆmaras 36 y 38 son conectadas a una cÆmara inferior40, las cuales son arregladas para comunicarse por medio de compuertas 42 hacia un tünel 44 y una chimenea 46 para los gases de escape. Quemadores 48a, 48b, 48c, 48d, 48e, 48f,
48g, y 48h, asi como quemadores 50a, SOb, 50c, 50d, 50e, 50f, 50g y 50h, son
25 arreglados en cada puerto 32, 34 en una porcion de cuello 52, 54 de cada puerto de
quemado 32, 34 para quemar el combustible, tal como gas natural, coque de petrOleo u otro tipo de combustible para uso en los hornos de fundiciOn de vidrio.
De esta forma cuando los materias para hacer el vidrio son alimentadas a
travØs de la compuerta de alimentaciOn 24 en el extremo trasero de la cÆmara de

22

fundiciôn 10, el vidrio es fundido por los quemadores 48a-h y 50a-h, el cual flota en una dirección hacia delante hasta que se funde completamente y pasa de la cÆmara de fundiciôn 10 a la cÆmara de acondicioramiento 14. Durante la operaciôn del horno, los regeneradores 28, 30, son ciclados alternativamente entre ciclos de
5 escape y combustion de aire. Cada 20 a 30 minutos, dependiendo del homo
especIfico, la trayectoria de la flama de la flama es revertida por una serie de quemadores 48a-h 0 50a-h. De esta forma la flama resultante y productos de
combustion producidos por cada quemador 48a-h, a 50a-h, pasan a travØs de la
superficie del vidrio fundido y transfieren el calor al vidrio que estÆ en la cÆmarade
10 refinaciôn 10 y cÆmara de refinación 12.
ALIMENTACION DEL 6iEPETROLEO PULVERIZADO (F). SHaciendo ahora referencia a la figuras 5 y 6, el sistema para alimentar y quemar un combustible pulverizado (A) en un horno de fundiciôn de vidrio comprende, en una primera modalidad de la presente invención, primeros tanques o
15 silos de almacenaje 56 y 58 para almacenar el coque de petrôleo pulverizado u otro
tipo de combustible para uso en el horno de fundicióndevidrio. Los silos de almacenaje 56, 58, se alimentanatraves de un vagon de tren 60 por mediode una
primera tuberia de entrada 62, la dual se conecta entre ØIvagOn del tren 60 y los silos 56, 58. Una primera tuberla principal 62 que tiene primeras tuberlas de
20 ramificaciOn 64, 66, las cuales son conectadas respectivamente a cada silo 56, 58
para el Ilenado de cada silo 56, 58. VÆlvulas68, 70, son conectadas a cada una de
las primeras tuberlas de ramificaciOn 64, 66, para regular el Ilenado de cada silo 56,
58. Cada silo 56, 58, es Ilenado a travØs de un efecto de vaclo por medio de una bomba de vaclo 70, a travØs de una primera tuberla de salida 72. La primera
25 tuberIa de salida 72 tiene segundas tuberlas de ramificaciôn 74, 76, que son
conectadas con cada silo, 56, 58. VÆlvulas 78,80, son conectadas por cada una de
las segundas tuberlas de ramificaciôn 74, 76, para regular el efecto de vaclo que es provisto por la bomba de vaclo 70 para el Ilenado de cada silo 56, 58.

23

El fonda de cada silo 56, 58, incluye una secciôn cónica 82, 84 y un sistema
de alimentación gravimØtrico de coque 86, 88, para fluidizar y para asegurar un flujo de descarga constante del coque pulverizado en una segunda tuberla de salida 90,
a travØs del cual el material pulverizado es enviado a un sistema de alimentaciôn de
5 combustible sôlido SD -5, SD-6 y SD-7. La segunda tuberla de salida 90 incluye
terceras tuberlas de ramificaciôn 92, 94, que estÆn conectadas al fondo de cada
sección cónica 82, 84, de cada silo o tanque 56, 58. VÆlvulas96, 98 son acopladas
a cada tercer tuberla de ramificación 92, 94, para regular el flujo del coque de
0’ petrôleo pulverizado a la segunda tuberla de salida 90.
10 SISTEMA DE DOSIFICACION (0) PARA EL COQUE DE PETROLEO PULVERIZADO.
. Haciendo ahora referenda al sistema de dosificaciôn de acuerdo con la presente invenciôn, el coque de petroleo pulverizado es recibido por cada sistema
de dosificaciôn de combustible sólido SD -5, SD-6 y SD-7, a travØs de la segunda
15 tuberia de salida 90. Cuartas tuberias de ramificación 100, 102 y 104, son
conectadas a la segunda tuberla de salida 90, para transportar el coque pulverizado
a los primeros silos o tanques 56 y 58, hacia el sistema de alimentaciOn de combustible sôlido SD -5, SD-6 y SD-7. Cada sistema de alimentaciôn de combustible sólido SD -5, SD-6 y SD-7, incluyen una segunda serie de silos o

I

20 tanques 106, 108 y 110. La segunda serie de silos 106, 108 y 110, comprenden
una sección cOnica 112, 114 y 116; un sistema de alimentación gravimØtrico de coque 118, 120, 122; un sistema de aereación 124, 126, 128; un alimentador 130, 132, 134; y un filtro 136, 138, 140, para descargar un flujo constante de coque pulverizado hacia cada uno de los quemadores 48f, 48g y 48h y, los quemadores
25 50f, 50g y 50h, como serÆdescrito mÆs adelante.
Un compresor de aire neumÆtico 142 y un tanque para aire 144, se conectan
a travØs de una segunda tuberla principal 146. Una primera tuberla de derivación
de entrada 148, 150, 152 es conectada con la segunda tuberla principal 146 para suministrar un aire filtrado --a travØs de los flltros 136, 138 y 140 - para transportar

24

elcoque hacia el interior de cada uno de la segunda serie de silos o tanques 106, 108, 110. La segunda tuberla principal 146 tambiØn incluye, primeras tuberlas de ramificaciôn de retorno 154, 156, 158, las cuales son conectadas con el sistema de aereaciOn 124, 126, 128, para permitir un flujo adecuado del coque hacia terceras
5 tuberIas de salida 160, 162 y 164, como serÆ descrito mÆs adelante.
Adicionalmente, una segunda tuberia de entrada 166 se conecta con la segunda
tuberia principal 146 (despuØs del tanque para aire 144), el cual incluye segundas
tuberlas de ramificaciOn de entrada 168, 170, que son conectadas sobre la parte
superior de cada silo o tanque 56, 58, para inyectar aire hacia el interior de cada silo
10 o tanque s6,58.
El sistema de alimentación de combustible sólido SD -5, SD-6 y SD-7 incluyen
, respectivamente cuartas tuberlas de salida 172, 174 y 176, conectadas en la parte
inferior de cada alimentador 130, 132, 134. Una vÆlvula de regulacion de tres
salidas 178, 180, 182, es conectada respectivamente con las cuartas tuberlas de
15 salida 172, 174 y 176, a travØs de una primera salida; una segunda salida es
conectada con las primeras tuberlas de retorno 179, 181, 183, para retornar el
exceso de coque pulverizado hacia cada segunda serie de silos o tanques 106, 108,
110, mientras quØ, la tercera salida es conectada con la tercera tuberla de salida 160, 162, 164, las cuales se usan para suministrar una mezcla de aire combustible
20 hacia un arreglo de una tuberia de cuatro salidas 184, 186 y 188, relacionada con el
I
sistema de combustion (E) como se describirÆa continuaciôn.
SISTEMA DE COMBUSTION (E).
Haciendo ahora referencia al sistema de combustiOn (E), Øste es conectado a
cada uno de los sistemas de alimentaciOn de combustible sOlido SD-5, SD-6 y SD-7
25 a travØs de una primera salida de la tuberla, de cuatro salidas 184, 186 y 188, las
cuales son conectadas con cada una de las terceras tuberlas de salida 160, 162, 164, de cada uno de los sistemas de alimentaciOn de combustible SD-5, SD-6 y SD-
7. Una segunda salida es conectada respectivamente con las cuartas tuberlas de salida 190, 192, 194, para alimentar el suministro de la mezcla de aire combustible

25

hacla los quemadores 48h, 48g y 48f. Una tercera salida de la tuberia 184, 186, 188, de cuatro salidas, es conectada a una quinta tuberla de salida 196, 198, 200, para alimentar la mezcla de aire combustible hacia los quemadores 50h, 50g y 50f; y una cuarta salida de tuberia 184, 186, 188, de cuatro Was, es conectada
5 respectivamente a una segunda tuberla de retorno 202, 204, 206, para retornar el
exceso de coque pulverizado hacla cada una de la segunda serie de silos o tanques
106, 108, 110. La tuberla 184, 186 y 188, de cuatro Was, teniendo vÆlvulasde bola
208 A-C, 210 A-C, 212 A-C, ubicadas entre la pardon de conexiOn de la tuberla de
cuatro salidas 184, 186, 188, y la cuarta tuberla de salida 190, 192, 194; la quinta
10 tuberia de salida 196, 198, 200; y la segunda tuberia de retorno 202, 204, 206.
De esta forma, durante la operacion del horno, los quemadores 48 a-h 50 a-
. h son ciclados alternativamente entre ciclos de combustion y no-combustiOn. Cada
20 0 30 minutos, dependiendo del horno especifico, la trayectoria de la flama es
revertida en cada una de la serie de quemadores 48 a-h 50 a-h. La mezcla de aire-
15 combustible que estÆ Ilegandoa travØs de la tercera tuberla de salida 160, 162, 164,
es regulada por la tuberla de cuatro-salidas 184, 186 y 188, y las vÆlvulasde bola
208 A-C, 210 A-C y 212 A-C, para alternar la inyección de la mezcla de aire combustible entre los quemadores 48 a-h y 50 a-h. Cuando se Ileva a cabo el ciclo
de operaciOn alternativo entre los quemadores 48 a-h y 50 a-h, una cantidad de aire-
20 combustible es regresada a la segunda serie de silos o tanques 106, 108, 110, por
medio de una segunda tuberla de retorno 202, 204, 206.
El aire de suministro que estâ siendo enviado a travØs de la tercera tuberla de
salida 160, 162, 164, es usado para transportar el coque de petrOleo y para provocar altas velocidades de inyecciOn de coque hacla la boquilla de cada quemador 48 a-h
25 y 50 a-h. El suministro de aire es provisto por medio de un soplador de aire 214 a
travØs de una tercera tuberla principal 216.
Cuartas tuberias de salida 218, 220 y 222, son conectadas con la tercera
tuberia principal 216 y las terceras tuberlas de salida 160, 162, 164, para mantener

una relaciôn elevada de mezcla de aire-combustible que estÆ siendo suministrada a los quemadores 48 a-h y 50 a-h.
Para efectuar el ciclo de combustiOn de los quemadores 48 a-h O 50 a-h,
cada quemador 48 a-h 50 a -h son alimentados individualmente con la mezcla aire-
5 combustible. Esta mezcla serÆ suministrada a travØs de un tubo interno en cada
quemador 48 a-h 50 a-h, y llegarÆ a una cÆmarade distribuciôn para distribuirla a diversas boquillas de inyecciOn en cada quemador 48 a-h O 50 a-h.
Para incrementar el flujo de turbulencia y la mezcla de combustible pulverizado con un aire de combustion pre-calentado en cada quemador 48 a-h 50
10 a-h, un aire primario es inyectado desde un ventilador de aire primario 224, el cual
es suministrado baja presión a travØs de boquillas de inyecciOn de cada quemador
48 a-h 50 a-h. De esta forma, la operaciOn de los quemadores 48 a-h 0 50 a-h, tendrÆn una inyecciOn de coque a travØs de una transportaciOn neumÆtica con una relaciôn elevada de aire-sOlido y con una relación de aire primario de
15 aproximadamente 4% de aire estequiomØtrico.
Una sexta tuberla de salida 226 y una sØptima tuberla de salida 228 son conectadas con la quintas tuberia de derivaciôn 230, 232, 234, y, la sØptima tuberia
de salida 228 siendo conectada con sextas tuberlas de derivación 236, 238, 240. El extremo de salida de cada quinta y sexta tuberia de derivaciôn 230, 232, 234, 236,

I

20 238, 240, siendo conectadas in en forma directa con cada quemador 48 f-h 0 50 f-h.
El flujo de aire primario en cada quinta y sexta tuberla de derivaciôn 230, 232, 234,
236, 238, 240, son regulados individualmente par un arreglo de una primera vÆlvula
de globo 242, una primera vÆlvulade bola 244 y una segunda vÆlvulade globo 246. Adicionalmente, la sexta tuberia de salida incluye sØptimas tuberias de salida
25 248, 250 y 252, las cuales son conectadas respectivamente con las quintas tuberias
de salida 196, 198, 200. Y, la sØptima tuberla de salida 228 incluye sextas tuberlas
de salida 254, 256, 258, las cuales son conectadas respectivamente con las cuartas tuberias de salida 190, 192, 194. Cada sexta y sØptima tuberlas de salida 248, 250, 252, 254, 256, 258, teniendo una vÆlvulacheck 260 y una vÆlvulade bola 262.

27

A travØs del arreglo anteriormente descrito, el ventilador de aire primario 224 suministrarÆ airea los quemadores 48 f-h (quemadores izquierdos) a quemadores 50 f-h a travØs de la sexta tuberia de salida 226 y la sØptima tuberla de salida 228, y por cada quinta y sexta tuberias de ramificaciôn 230, 232, 234, 236, 238, 240. El
5 soplador de aire 224 operara para suministrar un flujo de aire mÆximo durante la
operación de cada quemador 48 f-h o quemadores 50 f-h, mientras que, un flujo de
aire minimo estÆ siendo provisto para los quemadores 48 -hf a quemadores 50 f-h,
que no estÆn operando, par medio de cada sextay sØptima tuberias de salida 248,
250, 252, 254, 256, 258, para garantizar las mejores condiciones para ser enfriados.
10 No obstante que la invención fue descrita sobre la base de tres quemadores
48, f, 48g, 48h y 50f, 50g y 50 h, deberÆ entenderseque el sistema que se describe Senla presente invención, es aplicado para todos los quemadores 48 a-h y 50 a-h. En una modalidad adicional de la presente invenciôn, la fundiciôn de vidrio
puede ser fundida con dos o tres tipos de combustible, por ejemplo, en la figura 3,
15 los quemadores 48a-48d y 50a-50d, pueden ser alimentadas con un combustible
pulverizado coma coque de petrolea; y los quemadores 48e-48h y 50e-50h pueden
ser alimentados con gas o petrôleo combustible. En una tercera modalidad de la
presente invenciôn, los quemadores 48a-48d y 50a-50d pueden ser alimentados con
un combustible pulverizado, tal coma coque de petroleo; los quemadores 48e-48f y
. 20 50e-50f pueden ser alimentados con gas; y los quemadores 48g-48h y 50g-50h
pueden ser alimentados con petróleo combustible. Estas combinaciones estÆn considerando que a esta fecha, ya existen hornos e fundición de vidrio que usan gas
o petrôleo combustible coma combustible principal para fundiciOn de vidrio y que, el comportamiento de dicho gas y petróleo combustible es bien conocido en el arte.
25 QUEMADOR DE COMBUSTIBLE PULVERIZADO.
Adicionalmente, para Ilevar a cabo una buena combustiOn del coque de petrOlea pulverizado, se diseno un quemador para que sea usada con el sistema para alimentary quemar el combustible pulverizado en el horno de fundición de vidrio. Las figuras 7 a 12 muestran una vista detallada del quemador (48f) para

28

alimentary quemar un combustible pulverizado de conformidad con la presente invenciôn. El quemador de combustible pulverizado (48f) comprendiendo un cuerpo principal 264 construido de una tuberla exterior 266, una tuberla intermedia 268 y
una tuberia interna 270 (figura 10), las cuales son dispuestas concØntricamente una
5 con la otra. La tuberla exterior 266 siendo cerrada en el extremo superior 272 (figura
9). Una primera cÆmara 276 estÆ formada en el espacio definido por la tuberla
exterior 266 y la tuberla intermedia 268. La tuberla exterior 266 teniendo una
tuberla de entrada 278 y una tuberla de salida 280 (figura 8) a travØs de las cuales
Is se introduce agua de enfriamiento a la primera cÆmara 276 para el enfriamiento del
10 quemador (480. La tuberla intermedia 268 y la tuberla interior 270 siendo
prolongada mÆs allÆdel extremo superior 272 de la tuberia exterior 266. ISobrela parte superior del quemador 48f, se conecta una tuberla de entrada de aire 282 en una posicion inclinada airededor de la tuberla intermedia 268, para conectarse con la sexta tuberla de ramificación 236 (ver figura 7) para introducir un
15 flujo de aire primario o gas natural en una segunda cÆmara 284que se forma en el
espacio definido por la tuberla interior 270 y la tuberla intermedia 268. La segunda
cÆmara 284 sirve para dirigir el aire primario o gas natural desde la tuberia de
entrada de aire 236 (figura 7) y la transporta hacia el extremo inferior del quemador
48f. El flujo de aire primario en la segunda cÆmara284 es regulado por el arreglo de
. 20 la primera vÆlvulade globo, la primera vÆlvulade bola 244 y la segunda vÆlvulade
globo 246.
De la misma manera, una mezcla de aire secundario y coque de petrOleo
pulverizado se introduce en el extremo superior 286 de la tuberia interior 270 y la transporta hasta el extremo inferior del quemador 48f. El extremo superior 286 de la
25 tuberia interior 270 es conectado respectivamente con la cuarta tuberia de salida
194 para alimentar el suministro de la mezcla de aire secundario y combustible pulverizado hacia cada quemador 48f. De esta forma cuando el aire primario y la mezcla de aire secundario-coque de petrôleo pulverizado Ilegan al extremo inferior
del quemador (48f), el aire primario o gas natural y la mezcla de aire secundario-

29

combustible pulverizado, para iniciar un proceso de combustion, como se describirÆ
a continuaciôn.
Haciendo ahora referencia a la figuras 10 a 12, estas muestran una vista detallada de una modalidad del quemador (48f) para alimentar y quemar un
5 combustible pulverizado de acuerdo con la presente invenciOn.
BÆsicamente, el quemador48f (figura 10) comprende un cuerpo principal 264
construido de una tuberla exterior 266, una tuberia intermedia 268 y una tuberIa
interna 270, las cuales son dispuestas concØntricamente una con la otra. Una
primera cÆmara 276 estÆ formada en el espacio definido parla tuberla exterior 266 y
10 la tuberia intermedia 268. La tuberla exterior 266 teniendo una tuberia de entrada
278 y una tuberla de salida 280, a travØs de las cuales se introduce agua
. enfriamiento en la primera cªmara 276 para el enfriamiento del quemador 48f.
Una segunda cÆmara 284 para introducir un flujo de aire primario a gas, la
cual estÆ formada en el espaclo definido par la tuberia interna 270 y la tuberia
15 intermedia 268. La segunda cÆmara 284 sirve para dirigiraire primario a gas desde
la tuberla de entrada de aire 236 (figura 7) y que es transportado al extremo inferior

0 del quemador 48f. De la misma manera, una mezcla de aire secundario y coque de

petrOleo pulverizado se introduce en un extremo superior 286 de la tuberia interna
270 y es transportado al extremo inferior del quemador 48f.
’ 20 Haciendo ahora referencia particular a las figuras 10 a 12, el extremo inferior 274 del quemador 48f incluye un distribuidor de flujo 286 para recibir y distribuir simultÆneamenteel aire primario o gas y el aire secundario-combustible pulverizado.
El distribuidor de flujo 286 (figura 11) esta conectado en la parte inferior del extremo
inferior 274 del quemador 48f e incluye un cuerpo principal 288 definiendo una
25 cÆmara de distribuciôn primaria 290 para recibir una mezcla de aire secundario-
combustible pulverizado; una segunda cÆmara de distribuciôn 292 para recibir el flujo de aire primario o gas; y una tercera cÆmara294 rodeando una secciôn de la primera cªmara de distribuciOn 290 y una secciOn de la segunda cÆmara 292 a travØs de la cual se introduce agua de enfriamiento en la tercera cÆmara294 para el

30

enfriamiento del quemador 48f. La primera cÆmara 290 estandodefinida dentro de una pared semi-esfØrica 296. La pared semi-esfØrica 296 teniendo formada por la parte superior, un primer mango anular inferior 298, que se conecta con el extremo inferior de la tuberla interna 270 y un mango anular intermedio 300 que se conecta
5 con el extremo inferior de la tuberla exterior 268, formando la cÆmara secundaria
342 a travØs de la cual se hace fluir el aire primario o gas.
El distribuidor de flujo 286 tambiØn incluye un extremo de descarga ubicado
en una posicion de 90° con respecto a la pared semi-esfØrica 296 del cuerpo
principal 288, para desviar el flujo de aire primario o gas y la mezcla de aire
10 secundario-combustible pulverizado de un flujo vertical a un flujo longitudinal. El
extremo de descarga 302 incluye un pasaje 304 (figuras 10 y 12) las cuales estÆn Oformadas longitudinalmente, en el cuerpo principal 286, conectando la primera cÆmarade distribuciôn 290 con la periferia exterior de dicho cuerpo 286. El pasaje
304 estando formado por una primera secciOn anular interna 306, a travØs del cual
15 fluye la mezcla de aire secundario-combustible pulverizado. La primera secciôn
anular 306 siendo formada internamente en una forma frusto-cônica, con un
diâmetro menor en el frente de cada pasaje. Y, una segunda secciôn anular
intermedia 308 rodeando la primera secciôn anular interior 306, a travØs del cual se hace fluir el aire primario o gas. La primera secciOn anular interior 306 y la segunda
20 secciôn anular intermedia 308 definiendo una entrada para recibir una boquilla 310
para mezclar al mismo tiempo el aire primario o gas, as! como, la mezcla de aire secundario-coque de petrôleo pulverizado dentro de las cÆmaras del horno de fundición de vidrio. Finalmente, la periferia del cuerpo principal 288 y la segunda sección anular intermedia 308, definen la tercera cÆmara 294 parahacer fluir agua
25 de enfriamiento para el enfriamiento del quemador 48f.
Haciendo ahora referencia a la boquilla 310, Østa incluye un cabezal cilindrico
312 y un miembro cilmndrico 364 que estÆlocalizado en la parte trasera del cabezal
362. El miembro cilmndrico 314 incluyendo un orificio central 316 y al menos una pluralidad de orificios 318 los cuales atraviesan transversalmente la periferia del

31

miembro cilIndrico 314. El miembro cilindrico 314 se inserta en la entrada definida por la primera secciOn anular interna 306 y la segunda sección anular intermedia 308, formando una secciOn cerrada en (a segunda cÆmara292. Cuando el cuerpo cilIndrico 314 es colocado en dicha entrada, (a pluralidad de orificios 318 son
5 colocados en coincidencia con (a segunda cÆmara 292 para permitir un flujo de
salida del aire primario a gas fuera del distribuidor de flujo 286. Un primer receso
anular 320 es definido entre la primera secciôn anular interna 306 y (a parte interna
del cuerpo cilIndrico 314 para desviar el flujo de aire primario o gas hacia la parte
frontal del distribuidor de flujo 286.
10 En una tercera modalidad del quemador (figura 11) el distribuidor de flujo 286
se muestra con dos extremos de descarga 322, 324, que estÆn localizados en una Sposicion de 900 con respecto al cuerpo principal 288. Boquillas 326, 328, son introducidas por cada uno de los extremos de descarga 322, 324. La posicion de
los extremos de descarga 322, 324, siendo separados con un angulo aproximado de
15 entre 10 a 200 entre cada uno, con respecto a un eje longitudinal 330.
Ahora, de acuerdo con el quemador 48f que se muestra en las figuras 8 y 10,
el aire primario ingresa a travØs de la tuberla de entrada de aire 282 e introduce el
flujo de aire primario o gas en la segunda cÆmara 284 que estÆ formada en el
espacio definido por la tuberla interna 270 y la tuberla intermedia 268. DespuØs, el
. 20 flujo de aire primario o gas continua hacia la segunda cÆmara de distribuciôn 342
para ser expulsado a travØs de una pluralidad de orificios 318 de las boquillas 310
326y328.
SimultÆneamente, la mezcla de aire secundario y coque de petróleo
pulverizado se introduce por el extremo superior 286 a travØs de la tuberla interna
25 270 y es Ilevado hasta la primera cÆmarade distribución 290 y desde esta secciôn,
la mezcla fluye hacia el pasaje 304 del distribuidor de flujo 286. La mezcla es alimentada a travØs del pasaje 304 en una direcciOn axial para ser introducida en las cÆmarasdel horno de fundiciôn de vidrio. El aire primario o gas y la mezcla de aire secundario y coque de petrOleo pulverizado son quemados simultÆneamenteen la

32

salida de la boquilla 310 a boquillas 326 y 328. Se provee continuamente agua de enfriamiento a travØs de la primera cØmara 276 y la tercera cÆmara 294 para el enfriamiento del quemador.
De conformidad con to anterior, a continuación se describe un mØtodo para
5 alimentar y quemar un combustible pulverizado. en un horno de fundiciôn de vidrio
del tipo que incluye una region de fundiciOn de vidrio forrada con material refractarlo
y una pluralidad de quemadores asociados con regeneradores sellados en el horno
de fundiciOn de vidrio, los cuales actüan como intercambiadores de calor, el mØtodo comprendiendo:
10 suministrar un combustible pulverizado del tipo que comprende carbon fijo y materiales impuros como sulfuro, nitrOgeno, vanadio, fierro y nIquel o mezcla de los emismos, a cada uno de dichos quemadores asociados con los regeneradores sellados de dicho horno de fundiciôn de vidrio, dicho combustible pulverizado siendo alimentado directamente al horno en una relaciOn aire-combustible de alrededor de
15 16% de aire en exceso con respecto a un aire estequiomØtrico;
quemar dicho combustible pulverizado por cada uno de dichos quemadores
en la region de fundiciôn de dicho horno de fundición, proporcionando una flama por
cada quemador, para lievar a cabo un proceso de combustiOn en dicha region de
fundiciOn para el fundido del vidrio;
. 20 controlar las emisiones de carbOn y materiales impuros que se producen par el quemado de dicho combustible pulverizado con medios de control ambiental,
dichos medios de control ambiental siendo localizados en una salida de gases de desperdicio de dicho haifa de fundiciOn de vidrio, para limpiar los gases de combustion y reducir la emisiOn de impurezas del combustible pulverizado tales
25 como SOx, NOx y partIculas de materia, dicha reducciOn de emisiones siendo
controladas durante y despuØs que la combustiOn del combustible pulverizado en el horno de fundiciOn de vidrio ha sido lievada a cabo; y,
contrarrestar los efectos abrasivos y erosivos del combustible pulverizado en
et horno de fundiciOn de vidrio a travØs de medios refractarios, dicho horno de

33

fundiciôn de vidrio siendo construido con dichos medios refractarios para controlar dichos efectos abrasivos y erosivos producidos por el quemado del combustible pulverizado en dicho horno.
El mØtodo tambiØn comprende las etapas de:
5 alimentar un material combustible pulverizado hacia una serie de medios de distribución;
fluidizar el material combustible pulverizado a travØs de la serie de medios de distribuciôn;
descargar el material combustible pulverizado fluidizado de la serie de medios
10 de distribuciôn hacia al menos una tuberla principal;
mezclar el combustible pulverizado fluidizado con un primer flujo de aire
primario, para descargar un flujo constante del combustible pulverizado hacia la tuberla principal;
distribuir la mezcla de combustible pulverizado fluidizado y el aire primario en
15 al menos dos tuberlas de distribuciOn, para suministrar la mezcla de aire primario-
combustible por cada una de dichas dos tuberlas de distribuciôn, en un ciclo de
operación alternativo;
suministrar la mezcla de aire combustible de cada una de dichas dos tuberias
de distribuciOn a una primera serie de quemadores y a una segunda serie de
. 20 quemadores de un horno de fundiciôn, para operar dichos primeros y segundos
quemadores en un ciclo de operaciOn alternativo entre ciclos de combustion y no combustion; y
suministrar simultÆneamente un segundo flujo de aire por cada uno de los
primeros y segundos quemadores, para mantener un mejor ciclo de combustion por
25 cada uno de dichos quemadores.
En donde la etapa de suministrar un segundo flujo de aire por cada uno de
los primeros y segundos quemadores comprende la etapa de: proveer simultÆneamente por cada quemador, un flujo interno del combustible pulverizado fluidizado y aire primario, y un flujo externo de un segundo flujo de aire.

34

CONTROL AMBIENTAL.

Finalmente, despuØs de que la combustiOn del combustible pulverizado se ha
Ilevado a cabo en el horno de fundiciôn de vidrio, al final del tünel 44 y conectado con la chimenea 46 para los gases de escape a la atmOsfera, se coloca un equipo
5 para reducir y controlar la contaminaciOn de aire y las emisiones de sulfuro,
nitrógeno, vanadio, fierro y compuestos de nIquel. El sistema de control de contaminaciOn, de acuerdo a la presente invenciôn, es adaptado a la salida de los gases de desperdicio del horno de fundiciOn de vidrio.
Para el control de las emisiones contaminantes, se ha demostrado que los
10 precipitadores electrostÆticos disminuyen considerablemente las partIculas de
materia del horno de vidrio. Las particulas de materia fina de los hornos de vidrio
. no presentan problemas para este tipo de precipitadores.
En el caso de la remociôn de S02, se necesita agregar un depurador
parcialmente hümedo o seco, el cual es un buen complemento para un precipitador
15 electrostÆtico0 un sistema de filtrado tipo malla. En realidad, bajo las condiciones
de gases Æcidos altos, es necesario utilizar un depurador para reducir la
0 concentración de los gases corrosivos. En el caso del uso de un nuevo combustible,
serÆ necesario utilizar un depurador con un contenido bajo de S02. Esto no solamente sirve como beneficio al sistema para la prevenciOn de la corrosion, sino
I20 que tambiØn baja la temperatura de los gases de escape y por lo tanto, reduce el
volumen de gas.
Los depuradores en seco (inyección de un polvo de reacción en seco) yb
depUradores semi-hUmedos serÆn ubicados en una cÆmara de reacciOn grande,
corriente arriba de los precipitadores electrostÆticos. Enambiente hümedo o seco,
25 los materiales depurados incluirªn Na2CO3, Ca(OH)2, NaHCO3 o algunos otros. Los
materiales de reacciOn resultantes, son ingredientes bÆsicos al proceso de fabricaciOn de vidrio y por 10 tanto son generalmente reciclables hasta cierto punto. Una regla del pulgar es que por cada 1% de sulfuro en el combustible, se generan cuatro libras de S02 por tonelada de vidrio fundido. As!, para combustibles con alto

35

V \J ’ REIVINDICACIONES:
1.- Un mØtodo para alime,tar y quemar un combustible pulverizJe en un
horno de fundiciôn de vidrio del t 0 que incluye una region e fundiciOn d vidrio forrada con material refractario una pluralidad de quemdore a-s’ociados con

I / 5 regeneradores sellados en el hoino de fundiciOn de vidrio, ks cuales actüan como

intercambiadores de calor, el mØodo comprendiendo: /
suministrar un combustiblp, pulverizado del tipo que 4omprende carbon fijo y
materiales impuros comc sulfuro, nitrogeno, vanadia(erroY niquel o mezcla de los
mismos, a cada uno de dichos quemadores asociados con los regeneradores
10 sellados de dicho horno de fundiciôn de vidrio;
quemar dicho combustible pulverizado por cada uno de dichos quemadores
en la region de fundiciOn de dicho horno de fundición, proveyendo una flama por

Is cada quemador, para Ilevar a cabo un proceso de combustiOn en dicha region de

fundiciOn para el fundido del vidrio;
15 f controlar lps emisiones de carbOn y materiales impuros que se producen por
quemado de dicho combustible pulverizado con medios de control ambiental,
(dichos medios de control ambiental siendo localizados en una salida de gases de desperdicio de dicho horno de fundiciOn de vidrio, para limpiar los gases de
combustiOn y reducir la emisiOn de impurezas del combustible pulverizado tales
20 coma SOx, NOx y partIculas de materia, dicha reducciOn de emisiones siendo
I
controladas durante y despuØs que la combustiOn del combustible pulverizado en el
de fundiciOn de vidrio ha sido Ilevada a cabo; y,
contra los efectos abrasivos y erosivos del combustible pulverizado en
el hornodfidiciOn de vidrio a travØs de medios refractarios en dicho horno de
25 fundiciOn de vidrio.
2.- El mØtodo coma el reclamado en la reivindicaciOn 1, en donde el horno de fundiciOn de vidrio es del tipo Łide-port. -------------

37

3.- El mØtodo coma el reclamado en la reivindicaciôn 1, en donde los quemadores son arreglados en una pluralidad de puertos laterales, los cuales estÆn asociados con la regiOn de fundiciOn de vidrio de dicho horno de fundiciOn de vidrio.
4.- El mØtodo como el reclamado en la reivindicación 1, en donde el
---

5 combustible pulverizado es coque de petrOle’.
5.- El mØtodo coma eliØIamado en la reivindicaciôn 1, en donde la etapa de
suministrar el combustible pulverizado comprende:
alimentar el combustible pulverizado en los medios de distribuciôn;
40 descargar el material combustible pulverizado desde los medios de
10 distribuciOn hacia al menos una tuberia principal;
mezclar el combustible pulverizado con un primer flujo de aire, para producir
. una mezcla de aire-combustible pulverizado, dicha mezcla de aire-combustible
pulverizado siendo distnbuido hacla dicha tuberia principal;
suministrar la mezcla de aire-combustible pulverizado desde la tuberia
15 principal a cada uno de los quemadores del homo de fundiciôn, para operar dichos
quemadores en un ciclo de operaciOn alternativo entre ciclos de combustion y no combustion; y,
suministrar simultÆneamente un segundo flujo de aire a gas natural junto la
mezcla de aire-combustible pulverizado, par cada uno de dichos quemadores, para
20 Ilevar a cabo el ciclo de combustion en el horno de fundiciôn de vidrio.
6.- El mØtodo coma el reclamado en la reivindicación 5, en donde la etapa de
descarga comprende la etapa de: regresar el exceso de combustible pulverizado que estÆ siendoprovisto en la tuberia principal hacla los medios de distribuciOn.
7.- El mØtodo coma el reclamado en la reivindicación 5, en donde la etapa de
25 suministro de la mezcla de aire-combustible pulverizado de la tuberia principal
comprende la etapa de: regresar el exceso de la mezcla de aire-combustible pulverizado que estÆ siendo provisto en la tuberia principal hacla los medios de distribuciOn.

38

8.- El mØtodo como el reclamado en la reivindicaciôn 5, en donde la etapa de alimentar el combustible pulverizado comprende la etapa de: fluidizar el combustible pulverizado antes de que dicho combustible pulverizado sea distribuido hacia la tuberla principal.
5 9.- El mØtodo como el reclamado en la reivindicación 5, en donde la etapa de mezclar el combustible pulverizado comprende:
distribuir la mezcla de aire-combustible pulverizado por cada uno de los quemadores en un ciclo de operaciôn alternativo.
10.- El mØtodo como el reclamado en la reivindicación 1, en donde los medios
10 refractarios son seleccionados de un material con at menos 98% de óxido de
magnesio para reducir la cantidad de Oxido de calcio que estÆ presente en dicho
’ material en las cÆmaras regenerativas.
11.- El mØtodo como el reclamado en la reivindicaciôn 1, en donde los medios
refractarios son seleccionados material de fundiciOn moldeable de zirconia-sIlica-
15 alumina, el cual presenta un comportamiento Æcido para reducir el daæo que se
producen en los refractarios por la combustion del combustible pulverizado en las
cÆmaras regenerativas.
12.- El mØtodo como el reclamado en la reivindicaciOn 1, en donde los medios
refractarios son seleccionados de un material que contiene airededor de 80% de
. 20 magnesia y a alrededor de 20% de zirconio-silicato en la cÆmaras regenerativas.
13.- El mØtodo como el reclamado en la reivindicaciOn 1, en donde la etapa de
controlar las nhisiones de carbOn y materiales impuros de’sulfuro, nitrOgeno,
vanadio, QIo/y niquel, es Ilevado a cabo con precipitadores electrostÆticos, depuradores parcialmente hümedos o secos, depuradores secos y depuradores
25 semi-hümedos o una combinaciôn de los mismos.
14.- El mØtodo como el reclamado en la reivindicaciOn 1, en donde el mØtodo tambiØn incluye la etapa de:

39

suministrar gas natural a una segunda serie de quemadores, dicha segunda serie de quemadores siendo arreglados en dicha region de fundiciOn de dicha cÆmara de fundiciOn.
15.- El mØtodo como el reclamado en Ia reivindicaciôn 1, en donde el mØtodo
5 tambiØn incluye la etapa de:
suministrar petróleo combustible a una tercera serie de quemadores, dicha
tercera serie de quemadores siendo arreglados en dicha regiOn de fundiciOn de
dicha cÆmara de fundiciOn.

(Un mØtodo para aIimntar y quemar un combustible pulverizado en un
10 horno de fundiciOn de vidrio del tipo que incluye una region de fundición de vidrio
forrada con material refractario y una pluralidad de quemadores asociados con un
. par de regeneradores sellados dispuestos lado por lado, los cuales actüan como
intercambiadores de calor, los quemadores siendo arreglados en cada uno de una
pluralidad de primeros y segundos puertos que estÆn asociados con la region de
15 fundiciOn de dicho horno de fundiciOn de vidrio, el mØtodo comprendiendo:
suministrar un combustible pulverizado del tipo que comprende carbon fijo y
materiales impuros comq1sulfuro, nitrogeno, vanadio(fierrd y nhqul o mezcla de los
mismos, a un horno defindiciôn de vidrio del tipo side-port, or medic de quemadores asociados en dicha pluralidad de los primeros y segundos puertos

S

20 laterales en la region de fundiciOn de vidrio de dicho horno de fundición de vidrio;
quemar dicho combustible pulverizado por cada uno de dichos quemadores
en dicha region de fundiciOn de dicha cÆmarade fundiciôn, proveyendo una flama por cada quemador, para lievar a cabo un proceso de combustiOn en dicha region
de fundición para la fundiciôn de materiales de fundiciôn para la producción de
25 vidrio;
medics para controlar las emisiones de carbon y materiales impuros que se producen por el quemado de dicho combustible pulverizado, dichos medics con medics de control ambientales, dichos medios de control ambientales siendo localizados en una salida de gases de desperdicio de dicho horno de fundiciOn de

40

vidrio, para limpiar los gases de combustion y reducir la emisiOn de impurezas del combustible pulverizado tales como SOx, NOx y partfculas de materia, dicha reducciOn de emisiones siendo controladas durante y despuØs que la combustion del combustible pulverizado en el homo de fundiciOn de vidrio ha sido Ilevada a
5 cabo; y,
contrarrestar los efectos abrasivos y erosivos por el quemado del combustible pulverizado en el horno de fundición de vidrio a travØs de medios refractarios en dicha fundición de vidrio.
17.- Un sistema para alimentary quemar un combustible pulverizado en un
10 horno de fundiciôn de vidrio del tipo que incluye una region de fundiciôn de vidrio
forrada con material refractario y una pluralidad de quemadores asociados con

S

regeneradores sellados en el horno de fundiciôn de vidrio, los cuales actUan coma intercambiadores de calor, el sistema comprendiendo:
medios para suministrar un combustible pulverizado del tipo que comprende
15 carbOn y materiales impuros coma sulfuro, nitrOgeno, vanadio, fierro y nIquel a
mezcla de los mismos, par cada uno de los quemadores, para quemar dicho combustible pulverizado en la region de fundiciOn de vidrio de dicho horno de fundiciOn, proporcianando una flama por cada quemador para Ilevara a cabo ciclos
de fundiciôn de vidrio;

S

20 medios para controlar las emisiones de carbOn y matØriales impuros que se producen par el quemado de dicho combustible pulverizado, dicho medios para controlar las emisiones siendo colocados en una salida de gases de desperdicio de dicha horno de fundiciOn de vidrio, para limpiar los gases de combustiOn y reducir la emisiOn de impurezas del combustible pulverizado tales coma SOx, NOx y partIculas
25 de materia, dicha reducciOn de emisiones siendo controladas durante y despuØs que
la combustiOn del combustible pulverizado en el horno de fundiciOn de vidrio ha sido Ilevada a cabo; y,
medios refractarios para cantrarrestar los efectos abrasivos y erosivos par el
quemado del combustible pulverizado en dicha region de fundiciOn de vidrio, dicho

41

horno de fundiciOn de vidrio siendo construido con dichos medios refractarios para controlar dichos efectos abrasivos y erosivos que se producen por el quemado de dicho combustible pulverizado en dicho horno.
18.- El sistema como el reclamado en la reivindicaci6n17, en donde el horno
5 de fundiciOn de vidrio es del tipo side-port.
19.- El sistema como el reclamado en la reivindicaci6n17, en donde los quemadores son arreglados en una pluralidad de puertos laterales asociados con la region de fundición de vidrio de dicho horno de fundiciôn de vidrio.
20.- El sistema como el reclamado en la reivindicaci6n17, en donde los
10 medios refractarios son seleccionados de un material con al menos 98% de óxido de
magneslo, dicho material reduciendo la cantidad de óxido de calcio que estÆ

S

presente en dicho material en las cÆmaras regenerativas.
21.- El sistema como el reclamado en la reivindicaci6n17, en donde los
medios refractarios son seleccionados de un material de fundiciOn moldeable de
15 zirconia-sIlica-alümina, el cual presenta un comportamiento Æcido para reducir el
daæo que se producen en los refractarios por la combustion del combustible pulverizado.
22.- El sistema como el reclamado en la reivindicaciOn 17, en donde laetpa
de suministrar el combustible pulverizado comprende:
. 20 medios para alimentar el combustible pulverizado en los medios de distribuciOn;
medios par descargar el material combustible pulverizado desde dichos
medios de distribuciOn hacia al menos una tuberia principal;
medios para mezclar el combustible pulverizado con un primer flujo de aire y
25 para descargar un flujo constante de una mezcla de aire-combustible pulverizado,
hacla al menos una de dicha tuberla principal;
medios para suministrar la mezcla de aire-combustible pulverizado desde
cada tuberla principal a al menos un quemador de un horno de fundición de vidrio,

42

para operar dichos quemadores en un ciclo de operacion altemativo entre ciclos de combustion y no combustion; y,
medios para suministrar simultÆneamente un segundo flujo de aire a gas
natural por cada uno de dichos quemadores, dicho segundo flujo siendo alimentado
5 simuttÆneamente con la mezcla deaire-combustible pulverizado en cada quemador
para Ilevar a cabo el ciclo de combustiOn de cada quemador en el horno de fundiciôn
de vidrio.
23.- El sistema como el reclamado en la reivindicaciOn 22, en donde el
sistema para alimentary quemar un combustible pulverizado en al menos un
10 quemador de un horno de fundiciôn de vidrio ademÆs comprende: medios para
fluidizar el combustible pulverizado dentro de dichos medios de distribuciOn.
24.- El sistema como el reclamado en la reivindicaciôn 22, en donde los

S
medios para suministrar la mezcla de aire-combustible pulverizado de cada tuberia
principal comprende:
15 medios para distribuir la mezcla de aire-combustible pulverizado en al menos
dos tuberias de distribución, para suministrar la mezcla de aire primario-combustible

10 pulverizado par cada uno de los quemadores en el horno de fundiciOn de vidrio, en

un ciclo de operaciOn alternativo.
25.- El sistema coma el reclamado en la reivindicaciOn 22, en donde los

S 20 medios para descargar el combustible pulverizado de los medios de distribuciôn
comprenden: medios para retornar el exceso de combustible pulverizado hacla
dichos medios de distribuciôn.
26.- El sistema coma el reclamado en la reivindicaciOn 22, en donde los
medios para suministrar la mezcla de aire-combustible pulverizado a la tuberla
25 principal comprende: medios para retornar el exceso de la mezcla de aire-
combustible pulverizado de dicha tuberla principal hacla dichos medios de distribuciOn.

27.- El sistema como el reclamado en la reivindicaciOn 17, en donde los
medios para controlar las emisiones comprenden: precipitadores electrostÆticos,

43

depuradores parcialmente hümedos o secos, depuradores secos y depuradores semi-hümedos a una combinación de los mismos.
28.- El sistema coma el reclamado en la reivindicaciOn 17, en donde el
sistema ademÆs incluye:
5 una segunda serie de quemadores, dicha segunda serie de quemadores siendo arreglados en dicha pluralidad de primeros y segundos puertos en dicha region de fundición de vidrio de dicha cÆmara de fundiciôn para el quemado de gas natural en dicha cÆmara de fundición.
29.- El sistema coma el reclamado en la reivindicaciôn 17, en donde el
10 sistema ademÆs incluye:
una tercera serie de quemadores, dicha tercera serie de quemadores siendo arreglados en dicha pluralidad de primeros y segundos puertos en dicha regiOn de fundiciôn de vidrio de dicha camara de fundiciOn para el quemado de petrOlea combustible en dicha cÆmara defundiciOn.4?
15 30.- n sistema para alimentary quemar un combustible pulverizado en un harno de fundiciOn de vidrio del tipo que incluye una region de fundiciôn de vidrio forrada con material refractario y una pluralidad de quemadores asociados con un
par de regeneradores sellados dispuestos lado par lado, los cuales actüan coma intercambiadores de calor, los quemadores siendo arreglados en cada uno de una
20 pluralidad de primeros y segundos puertos que estÆn asaciados con la region de
fundiciôn de dicha harno de fundiciOn de vidrio, el sistema comprendiendo:
medios para suministrar un combustible pulverizado del tipo que comprende
carbOn y materiales impuros de sulfuro, nitrógena, vanadia, fierro y nIquel o mezcla
de los mismas, en un horno de fundición de vidrio del tipo side-port, por cada uno
25 delos quemadores asociadas en dicha pluralidad de dichos primeros y segundos
puertos de la region de fundiciOn de vidrio de dicha cÆmara de fundiciOn, dichos quemadores siendo alimentados can dicho combustible pulverizado para quemar dicho combustible pulverizado en la dicha region de fundiciOn de vidrio de dicha

44