

322510



PATENTE DE INTRODUCCION

O.Z. 22 232

=====

Memoria Descriptiva

sobre

"Horno catalítico tubular"

Solicitante: BADISCHE ANILIN- & SODA-FABRIK AKTIENGESELLSCHAFT, entidad alemana, residente en Ludwigshafen/Rhein, República Federal Alemana.

Las primeras reacciones catalíticas endotérmicas se realizaron en hornos de cuba altos provistos de serpentines de calefacción incorporados. La introducción en estos hornos del calor necesario para la reacción presentaba grandes dificultades.

5.

322510



- des y se imponía la necesidad de utilizar hornos de -
dimensiones enormes, que daban cábida a cantidades con
siderables de catalizador, en comparación con las can
tidades de substancia de partida introducidas. En vez
5. de estos aparatos, se empleaban más tarde hornos tubu
lares, los cuales no requerían cantidades tan eleva-
das de catalizador y con los que se conseguían rendi
mientos considerablemente mejores por unidad de volú-
men y tiempo. El diámetro interior de los tubos era
10. pequeño y estaba comprendido por ejemplo entre 20 y -
60 mm, para asegurar el avance del calor introducido
hasta el interior del tubo, en el que se encontraba -
el catalizador. Estos tubos garantizan la distribu
ción uniforme de la temperatura. El horno va provis-
15. to de gran número de estos tubos, por ejemplo cuatro
hasta seis mil tubos, para hacer aprovechable la ma-
yor parte posible del espacio útil del horno. La in-
troducción del catalizador - que se emplea en forma -
de pedazos - en este gran número de tubos es, sin em-
20. bargo, una operación muy dificultosa y que exige mucho
tiempo, lo cual se explica sobre todo por el hecho de
que todos los tubos deben contener en lo posible la -
misma cantidad de catalizador y presentar la misma re
sistencia a los vapores que atraviesan estos tubos.
25. Operando con este tipo de hornos tubulares, es impres
cindible el empleo de un líquido apropiado, por ejem-
plo aceites de alto punto de ebullición, difenilo o -
substancias de efecto análogo, para conseguir una dis
tribución uniforme de la temperatura. En vista del -
30. peso considerable de estos materiales de relleno, el

322510



fondo del tubo debe tener una construcción especial -
muy costosa.

- Encontróse, sin embargo, que exis
te un método para evitar estos inconvenientes en un -
horno tubular, especialmente un horno previsto para la
5. deshidrogenación catalítica de hidrocarburos parafíni
cos y nafténicos y de derivados de estos hidrocarburos,
a través de cuyos tubos, de 70 mm de diámetro como mí
nimo, llenados con el catalizador, se conducen las -
10. sustancias de partida a transformar, mientras que el
medio de calefacción gaseoso se lleva, en dirección -
paralela a la de las sustancias mencionadas, a tra -
vés de la zona libre del horno, método que consiste -
en repartir los tubos sobre la sección transversal -
15. del horno de manera que la zona central queda libre -
de tubos y que la sección transversal de esta zona -
central asciende a aproximadamente el 7 hasta el 25 %
de la sección transversal total del horno, estando -
20. dispuestas sobre la altura del horno, alternativamen -
te en la zona central y a lo largo de las paredes del
horno, chapas de desviación para cambiar la dirección
de la corriente del medio de calefacción gaseoso, y -
en emplear tubos cuya relación entre el diámetro y la
longitud está comprendida entre 12:1000 y 17:1000, con
25. un diámetro de cada tubo comprendido entre 70 y 120 -
mm.

La zona central cilíndrica del horo
no, libre de tubos, presenta una sección transversal
comprendida convenientemente entre aproximadamente el
30. 9 y el 20 % de la sección transversal total del horno.

322510



Conviene proveer el horno de dos canales anulares, uno en el extremo superior, el otro en el extremo inferior, para dar entrada y salida a los gases de calefacción; estos canales están comunicados por medio de aberturas con el interior del horno.

5. La disposición y construcción de la entrada de los gases de calefacción deben permitir la separación de la corriente de gas en dos partes, de forma que las dos partes pasen en dirección distinta a través del canal anular. Esta separación se consigue por ejemplo con ayuda de un dispositivo distribuidor, por ejemplo de forma semejante a la proa de una embarcación. Las aberturas de comunicación con el interior, del horno tienen convenientemente la forma de ranuras que se ensanchan paulatinamente en la dirección de la corriente. La sección transversal del canal anular debe estar comprendida entre el 5 y el 20 %, especialmente entre el 7 y el 16 %, de la sección transversal del horno. Los gases de calefacción se introducen en el horno por el mismo extremo por donde entran también las sustancias a tratar, en los tubos llenados con los catalizadores, de forma que ambas sustancias atraviesen el horno en dirección paralela. En el interior del horno se encuentran las chapas de desviación previstas para conducir la corriente principal del gas de calefacción alternativamente al centro y a la pared interior del horno. Las chapas de desviación dispuestas en la parte central del horno son ventajosamente tan grandes que no sólo cubren el espacio libre sino entran también en la parte del horno en la que se en-

10.

15.

20.

25.

30.

322510



- cuentran los tubos. En cuanto a estas chapas de desviación, se trata de placas cerradas o perforadas, - siendo en este respecto ventajoso que se empleen placas cuya parte situada en la zona libre de tubos tiene una superficie más bien cerrada, mientras que la parte de la placa que entra en la zona provista de tubos, presenta una superficie perforada. El tamaño de las chapas de desviación debe estar comprendido convenientemente entre aproximadamente el 25 y el 60 % de la sección transversal del horno. A lo largo de la pared del horno, se encuentran otras chapas de desviación construidas en forma de anillos ajustados a las paredes y cuya sección transversal debe estar comprendida aproximadamente entre el 50 y el 75 % de la sección transversal del horno. En este respecto, se emplean preferentemente chapas provistas del mayor número de perforaciones posible, cuyo diámetro depende de las dimensiones del horno y asciende aproximadamente a 3 hasta 10 mm. Estas placas ofrecen la ventaja de que no es desviada la corriente entera de los gases, sino que parte de los gases atraviesa las chapas de desviación, gracias a lo cual se evitan ángulos muertos. Los dos tipos de chapas de desviación mencionados se disponen en el horno alternativamente a diversas alturas, siendo en este respecto ventajoso colocar las chapas de manera que la corriente de gases de calefacción llega primero en contacto con las chapas dispuestas a lo largo de las paredes. El número de chapas a emplear depende en particular de la altura del horno. En los hornos usuales en la técnica indus
- 5.
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.

322510



5. trial, de aproximadamente 6 hasta 15 m de alto, la distancia entre cada dos chapas está comprendida entre aproximadamente 50 cm y 2 m. El otro extremo del horno va igualmente provisto de un canal anular, para dar salida a los gases de calefacción. Después de recalentados los gases de calefacción, su mayor parte se recircula al horno, con ayuda de un dispositivo soplante.

10. Gracias a la configuración del horno tubular conforme a la presente invención, el calor del medio de calefacción se reparte de manera uniforme sobre la sección transversal total de cada tubo, de forma que en cada tubo se logra el mismo grado de conversión. En comparación con los hornos tubulares
15. conocidos, el horno conforme a la presente invención puede ir provisto de tubos de diámetro mayor, pudiéndose además emplear gases como medio de calefacción, en vez de un líquido. El recambio de los catalizadores es una operación de duración considerablemente dis
20. minuida. Además, puede operarse con un número muy reducido de tubos, sin cambiar las dimensiones de la zona de reacción, y con cantidades aumentadas de catalizador. El número de tubos a utilizar depende de la altura del horno, siendo, en el caso de los hornos
25. usuales arriba mencionados, de unos 6 hasta 15 m de alto y de 1 a 4 m de diámetro, bastando un número de tubos comprendido entre aproximadamente setenta y doscientos cincuenta. Ya se ha mencionado arriba que la relación entre el diámetro del tubo y la longitud del
30. tubo debe estar comprendida entre aproximadamente -

322510



12:1000 y 17:1000, con un diámetro de cada tubo comprendido ventajosamente entre 7 y 12 cm, especialmente 8 y 12 cm. Con las dimensiones citadas del horno, la longitud de los tubos puede variar entre 5 y 12 m. La -
5. distancia entre cada dos tubos asciende a 15 hasta 60 mm, especialmente 20 hasta 50 mm.

El horno tubular conforme a la presente invención es particularmente indicado para la -
deshidrogenación de hidrocarburos parafínicos y nafté-
10. nicos y de derivados de estos hidrocarburos. El horno es particularmente apropiado para la deshidrogenación de sustancias sensibles a temperaturas elevadas, tales como alcoholes, por ejemplo ciclohexanol, propa-
15. nol y butanol. Los alcoholes pueden transformarse en las cetonas correspondientes prácticamente sin deshidratación intramolecular. Para este efecto, los tubos se llenan con catalizadores en principio conocidos de efecto deshidrogenante o separador, los cuales se emplean en forma de pedazos, por ejemplo esferas,
20. cilindros, pastillas o conos. En cuanto a estos catalizadores, se trata de metales del grupo I a VIII del Sistema Periódico, por ejemplo cobre, cinc, molibdeno, wolframio, manganeso, hierro, níquel, cobalto, y estos metales especialmente en forma de sus compuestos, por
25. ejemplo óxidos, fosfatos o halogenuros. Estos catalizadores pueden estar aplicados sobre soportes en principio conocidos, por ejemplo pómez, ácido silícico, -
óxido de titanio, alúmina etc., o soportes de buena -
30. conductividad térmica, por ejemplo sustancias que contienen óxido de hierro, particularmente masa Bayer.

- 1 FEB 1966



322510

5. En las figuras 1 y 2 se representa gráficamente, a título de ejemplo, un horno tubular conforme a la presente invención. La figura 1 representa un corte vertical del horno, mientras que la figura 2 muestra un corte en la dirección A-B.

10. Después de divididos los gases de calefacción en dos corrientes separadas, mediante el distribuidor 9 de forma semejante a la proa de un barco, los gases se introducen por el tubo 1 en el canal anular 2 y entran luego, a través de los agujeros 3, en el interior del horno. Durante su paso a través del horno, cambian repetidas veces su dirección gracias a la acción de las chapas de desviación 4. Los gases entran luego en el canal anular 5 situado en el extremo opuesto del horno, de donde salen a través del conducto 6. Las sustancias a deshidrogenar entran en el horno a través del tubo de conexión 7, mientras que el producto de reacción sale del horno a través del tubo 8.

20. Ejemplo 1:

25. 4000 kg/hora de ciclohexanol puro se calientan a unos 180°C en un intercambiador de calor con ayuda de los vapores y gases calientes descargados del horno tubular, y se introducen en una columna provista de anillos Raschig, la cual va unida con un evaporador de circulación. El nivel del líquido en el fondo de esta columna se mantiene constante. Cada hora se descargan 10 kg de componentes de alto punto de ebullición del fondo de la columna. A continuación, los vapores que salen de la columna se introdu-

30.

322510

- 9 -

- 1



cen en un segundo intercambiador de calor calentado -
por medio del producto de reacción que viene directa-
mente del horno tubular, después de lo cual los vapo-
res entran en el horno tubular con una temperatura de
5. 260°C. El horno contiene ciento diecisiete tubos cu-
yo diámetro interior asciende en cada caso a 100 mm.
El horno tubular tiene un diámetro de 1,80 m y una al-
tura de 9 m. En el interior de los tubos de 6 m de -
largo cada uno se encuentran 5 m³ de un catalizador -
10. constituido por pómez sobre la cual está aplicado un
10 % en peso de cobre metálico. La distancia entre -
cada dos tubos asciende a 30 mm. Los tubos están dis-
puestos en paralelo a la pared del horno. La sección
transversal de la zona central libre de tubos se ele-
15. va a aproximadamente el 13 % de la sección transversal
del horno. En el extremo superior del horno se encuen-
tra un canal anular de aproximadamente 1 m de alto, -
cuya sección transversal asciende aproximadamente al
10 % de la sección transversal del horno. Introducen
20. se en este canal 35 000 m³/hora, en C.N. de gases de
calefacción calientes de 390°C. A una distancia de -
cada vez 1,5 m y alternativamente a lo largo de las -
paredes interiores y en la zona central del horno se
encuentran chapas de desviación, ascendiendo la sec-
25. ción transversal de las planchas dispuestas a lo lar-
go de las paredes cada vez a aproximadamente el 60 %
de la sección transversal del horno. La chapa de des-
viación situada en el centro del horno tiene una su-
perficie cerrada en la zona libre de tubos, mientras
30. que la parte de la placa que entra en la zona en la -



322510

- que se encuentran los haces de tubos, está provista -
de agujeros de 5 mm de diámetro. El tamaño total de
esta placa asciende a un 45 % de la sección transver-
sal del horno. La corriente de gases de calefacción
5. cuya dirección cambia repetidas veces al chocar los -
gases con las chapas de desviación, atraviesa el hor-
no con una velocidad de 6,5 m/seg. Obtienen cada -
hora 3842 kg de un producto de reacción líquido, a par-
tir del cual se obtienen, mediante destilación, 2998
10. kg de ciclohexanona y 734 kg de ciclohexanol.

Ejemplo 2:

- En el caso de conducir 3000 kg/ho-
ra de butanol secundario a través del horno descrito
en el ejemplo 1, sin cambiar las demás condiciones de
15. la operación, se obtienen 2600 kg de metiletil-ceto-
na.

N O T A

- Descrita suficientemente la natu-
raleza del invento, así como la manera de realizarlo
20. en la práctica, debe hacerse constar que las disposi-
ciones anteriormente indicadas son susceptibles de mo-
dificaciones de detalle en cuanto no alteren su prin-
cipio fundamental, siendo lo que constituye la esencia
del referido invento y por lo que se solicita Patente
25. de Introducción por 10 años en España sobre: "HORNO -
CATALITICO TUBULAR"; caracterizándose por lo siguien-
te:

- 1ª.- Horno catalítico tubular, es
30. pecialmente para la deshidrogenación catalítica de hi-
drocarburos parafínicos y nafténicos y derivados de -



- estos hidrocarburos, a través de cuyos tubos, de 70 - mm de diámetro como mínimo, rellenos con el catalizador, se conducen las sustancias a transformar, mientras que el medio de calefacción gaseoso se lleva en
5. dirección paralela a la de estas sustancias a través de la zona libre del horno, caracterizado porque los tubos están repartidos sobre la sección transversal - del horno de manera que la zona central queda libre - de tubos y que esta zona presenta una sección trans -
10. versal de aproximadamente el 7 hasta el 25 % de la - sección transversal total del horno, estando dispues - tas sobre la altura del horno, alternativamente en la zona central y a lo largo de las paredes del horno, -
15. planchas de desviación para cambiar la dirección de - la corriente del medio de calefacción gaseoso, y por - que la relación entre el diámetro de los tubos y la - longitud de los tubos está comprendida entre 12:1000 y 17:1000, con un diámetro de cada tubo comprendido - entre 70 y 120 mm.
20. 2ª.- Horno catalítico tubular, se gún la reivindicación 1, caracterizado porque en los extremos superior e inferior del horno se encuentran canales anulares unidos mediante aberturas con el interior del horno, para dar entrada y salida a los ga -
25. ses de calefacción.
- 3ª.- Horno catalítico tubular; - tal y como queda substancialmente descrito en la presente Memoria y en los adjuntos dibujos.

322510

- 12 -

- 1 FEB



Esta Memoria consta de doce hojas,
escritas a máquina por una sola cara.

- 1 FEB. 1966

Madrid,

BADISCHE ANILIN- & SODA-FABRIK
AKTIENGESELLSCHAFT,

J. GOMEZ ACEDO Y MODEI

p. Firmado: F. Hernández Ruiz

