

3398921 ENE. 1975

P.- 59.328

Case Y.1956

Forma 2	B01J
Forma 1	

MEMORIA DESCRIPTIVA

para solicitar PATENTE DE INVENCION

A nombre de MONTEDISON S.p.A.

entidad italiana

establecida en Foro Buonaparte, 31, Milan, Italia

por: "METODO DE CONTROLAR LA TEMPERATURA EN UN APARA
TO REACTOR PARA REACCIONES EXOTERMICAS A ALTA
TEMPERATURA"

(Clase Internacional G01K, B01j)

Como es sabido, una de las razones que más han favorecido la introducción de aparatos reactores de lecho fluido en la industria, es la posibilidad de obtener una perfecta termorregulación dentro de márgenes de temperatura muy estrechos. Esta característica se debe a la conductividad extraordinariamente elevada del lecho, que permite prácticamente obtener su carácter isotérmico también cuando la reducción de calor ocurre por medio de elementos de intercambio de calor considerablemente separados entre sí y que no guardan simetría con respecto al lecho.

El método de termorregulación usualmente empleado (figura 1) consiste en introducir agua (1) en un serpentín (2) sumergido en el lecho (3), con generación de vapor (4) debido a la vaporización parcial del agua de termorregulación.

Este método es utilizable cuando la temperatura de reacción es relativamente baja (por ejemplo, inferior a 250°C). Para tales valores de temperatura, de hecho, resulta posible variar en forma sensible la diferencia térmica entre el lecho y el fluido refrigerante variando ligeramente la presión del vapor generado. Por ejemplo, cuando la temperatura de funcionamiento del reactor se encuentra en el margen de 400° a 500°C como, por ejemplo, en el caso de oxidación con amoníaco

de olefinas, resulta evidente que para obtener una variación sensible de la diferencia térmica, sería necesario variar en forma considerable la presión de generación de vapor. Así, por ejemplo, en el caso de un reactor que funcione a 450°C y con una presión de vapor generado de 40 Kg/cm², la diferencia térmica correspondiente es de 200,8°C y, con el fin de reducir la misma en un 10%, la presión de vapor debe incrementarse en 15 Kg/cm².

En tal caso, es necesario termorregular el reactor de distinta forma, por ejemplo, actuando sobre la superficie de intercambio, es decir, conectando o desconectando una parte del sistema de serpentín, ó variando la cantidad de calor generado, a saber, la alimentación de reactivos.

Resulta evidente que el primer método no es adecuado para una regulación automática en forma continua, mientras que el último puede emplearse sólo para regulación en un margen limitado (regulación precisa), ya que de otro modo se afectaría a la capacidad del reactor.

Otro inconveniente del método de vaporización parcial de agua, en el caso de reactores que funcionen en el margen de temperaturas antes citado, consiste en que se satura el vapor generado.

Ahora bien, como en tales casos el elevado nivel térmico permite la generación de vapor a alta presión, parece conveniente hacer uso práctico de su energía expandiéndolo en una o más turbinas motrices de
5 compresores o bombas.

En tal caso, el vapor se sobrecalentará apropiadamente, pudiendo conseguirse esto por medio de un horno exterior al reactor, o bien transportando el vapor saturado de vuelta a un serpentín de sobrecalentamiento en el interior del reactor.
10

En el primer caso, son necesarios aparatos auxiliares y un consumo de combustible adicional; en el último caso, deben superarse complicaciones de construcción con el fin de alojar una superficie de intercambio adicional, de dimensiones considerables, en
15 el reactor.

Otro requisito del sistema de refrigeración de un lecho fluido que opera a temperaturas elevadas y en presencia de reacciones sumamente exotérmicas, consiste en la posibilidad de disponer en el lecho una superficie de intercambio muy grande, dejando el espacio necesario para permitir una accesibilidad fácil al sistema en caso de mantenimiento y reparaciones.
20

Cuando los aparatos reactores en cuestión tienen grandes dimensiones, los elementos refrigeradores
25

sumergidos en el lecho deben tener, adecuadamente, una con
figuración geométrica y deben estar dispuestos simétrica-
mente, con el fin de mejorar la fluidización y reducir al
mínimo los problemas relacionados con el paso de escalera
5 (véase Chem. Eng. Process, volumen 58, nº 3, páginas 44 a
47).

El método de termorregulación de un reactor
de lecho fluido practicado a escala industrial, como se
describe en lo que sigue, cumple todos los requisitos an-
tes mencionados y, más específicamente:
10

- a) permite una termorregulación perfecta, totalmente
automática, con un margen de variabilidad de hasta
 $\pm 1^{\circ}\text{C}$, también para temperaturas operativas eleva-
das del aparato reactor;
- 15 b) permite una generación directa de vapor a elevada
presión con un grado de sobrecalentamiento adecua-
do;
- c) proporciona el alojamiento, en el interior del le-
cho, de una superficie de intercambio muy grande,
20 con fácil accesibilidad al interior del sistema y
sin complicaciones mecánicas particulares;
- d) permite una disposición perfectamente simétrica de
los elementos refrigeradores.

Descripción:

25 Un cierto número de tubos equiespaciados (7) (colec

tores de agua) que parten de un tubo anular (5) exteriormente al reactor (6), entran en el reactor alternativamente desde lados opuestos y lo atraviesan en toda su anchura (figura 2a).

5 Para reactores muy grandes (figura 2d), los colectores pueden alcanzar la línea geométrica central del reactor, estando dispuestos simétricamente en tal caso desde dos lados del reactor con respecto al diámetro.

10 La distancia "a" entre los tubos interiores será de al menos 500 mm. para permitir la accesibilidad al interior del reactor.

15 Desde el colector de agua (figura 3) parten algunos tubos menores (8) hacia arriba, a intervalos regulares, y luego se curvan hacia abajo, de acuerdo con una orientación que permite dilataciones térmicas. Dichos tubos pasan luego a través de un segundo colector (9) (colector de vapor) mayor que el primero, y avanzan hacia abajo, interiormente a un segundo tubo (10), hasta que se interrumpen a cierta distancia del extremo cerrado de dicho tubo.

20

25 El lado superior del tubo exterior está conectado con el colector de vapor. Se alimenta agua (figura 4) mediante una bomba (11), a la presión deseada y en una cantidad proporcionada, controlada por el regulador de temperatura (12) del lecho catalítico, al tubo anular

(5). De aquí, circula a los colectores de agua (7) y luego a los elementos refrigeradores individuales (10). Para asegurar una distribución uniforme de agua en dichos elementos, una tobera está situada en la salida del colector (figura 5), cuya tobera provoca una caída de presión adecuada; las dimensiones "b" de esta tobera pueden variar, dependiendo de los tamaños del reactor y de la cantidad de agua alimentada, y están comprendidas, usualmente, entre 1 y 3 mm. de diámetro.

10 El agua circula por el tubo interno (8) del elemento refrigerador, donde es precalentada y comienza a evaporarse, completándose la evaporación en la parte inferior del tubo exterior.

15 En la parte superior de éste último, el vapor generado es sobrecalentado y circula a los colectores de vapor, a través de los que sale del reactor; luego es recogido por un segundo tubo anular (13) y circula a las unidades de consumo.

20 Para ajustar el grado de sobrecalentamiento del vapor, es posible precalentar de manera apropiada el agua, antes de su paso al reactor, por medio de un intercambiador de vapor (14).

25 El tubo exterior del elemento refrigerador puede estar provisto de aletas para incrementar el intercambio de calor. En tal caso, las aletas (15) deben ser

longitudinales para impedir la formación de puntos muertos en el lecho. El número de aletas puede variar desde un mínimo de 2 a un máximo de 10. Unas dimensiones recomendables son: altura $h = 0,3$ a $0,5 d$; espesor $s = 0,07$ a $0,12 d$, siendo "d" el diámetro exterior del elemento refrigerador (véase figura 6).

El siguiente ejemplo se da para ilustrar una realización práctica del método de refrigeración de acuerdo con el presente invento.

EJEMPLO

En una síntesis continua de acrilonitrilo mediante oxidación de propileno con amoníaco, se alimentaron propileno, amoníaco y aire a un aparato reactor de lecho fluido, catalítico; la temperatura de reacción fue de 450°C y la presión de unos 2 Kg/cm^2 absolutos.

El control térmico de la reacción estaba asegurado por un sistema de refrigeración del tipo descrito en lo que antecede, sumergido en el lecho catalítico.

El agua de termorregulación, en una cantidad comprendida en el margen de 3 a 6 Kgs. por cada kilogramo de propileno alimentado, se precalentó a presión hasta $175-185^{\circ}\text{C}$ en un intercambiador de calor, utilizando vapor a 18 Kg/cm^2 absolutos como medio de calentamiento, y luego se alimentó a un intercambiador de calor de reactor, del tipo descrito en lo que antecede, provisto

de elementos tubulares sumergidos en el lecho fluidiza-
do catalítico. El agua se vaporizó completamente, a una
presión mantenida a 34-38 Kg/cm² absolutos, y se sobre-
calentó el vapor hasta 320-350°C. Este vapor sobrecala-
5 lentado se utilizó en turbinas acopladas a compresores
de aire y bombas centrífugas.

La temperatura de reacción se reguló ajus-
tando la circulación de agua por medio de un regulador
de temperatura, cuyo elemento sensible estaba sumergido
10 en el lecho catalítico.

La temperatura de reacción en el lecho
fluidizado se mantuvo así al valor prefijado de 450°C,
con una diferencia de $\pm 1^\circ\text{C}$.

La presente solicitud que corresponde a
15 la presentada en Italia, el 23 de Enero de 1974, bajo el
nº 19693 A/74, se acoge a los beneficios del artículo 51
del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

20

REIVINDICACIONES

25

Los puntos de invención propia y nueva

que se presentan para que sean objeto de esta solicitud de Patente de Invención en España, por VEINTE años, son los que se recogen en las reivindicaciones siguientes:

5 1ª.- Método de controlar la temperatura
en un aparato reactor para reacciones exotérmicas a alta temperatura, en presencia de un lecho fluidizado catalítico; consistente en alimentar una cantidad de agua controlada y ajustable a un dispositivo refrigerador constituido por elementos tubulares de intercambio de calor
10 dispuestos dentro del lecho fluidizado, caracterizado porque se introduce agua en una cantidad tal que se evapora totalmente, se sobrecalienta el vapor generado con otra absorción de calor, a altas temperaturas, desde el lecho fluido, y el control del intercambio de calor y,
15 por tanto, de la temperatura del lecho fluido, se obtiene esencialmente regulando la cantidad de agua alimentada.

 2ª.- Método de acuerdo con la reivindicación 1ª, practicado por medio de un dispositivo refrigerador consistente, esencialmente, en elementos tubulares
20 de intercambio de calor, dispuestos verticalmente, que contiene un tubo de alimentación de agua coaxial, interior, que termina un poco por encima del extremo inferior cerrado del elemento tubular de intercambio de calor, estando conectados dichos tubos coaxiales interiores en paralelo con colectores horizontales de agua de alimentación,
25

y estando conectados dichos elementos tubulares de inter
cambio de calor, por sus extremos superiores, con colec-
tores horizontales de vapor sobrecalentado.

5

3^a.- Método de acuerdo con la reivindica-
ción 2^a, caracterizado porque los tubos coaxiales interio-
res de agua de alimentación están conectados con el colec-
tor de agua a través de una tobera que tiene unas dimen-
siones tales que provoque una caída de presión suficien-
te para permitir una fácil regulación de la circulación
de agua y una distribución uniforme en todos los tubos.

10

4^a.- Método de acuerdo con la reivindica-
ción 2^a, caracterizado porque los colectores de agua es-
tán dispuestos como se representa en las figuras 2a o 2b,
respectivamente.

15

5^a.- Método de acuerdo con la reivindica-
ción 2^a, caracterizado porque la forma y la disposición
de los tubos coaxiales interiores son las representadas
en la figura 3.

20

6^a.- Método de controlar la temperatura en
un aparato reactor para reacciones exotérmicas a alta tem-
peratura.

Tal y como se ha descrito en la Memoria
que antecede, representado en los dibujos que se acompa-
ñan y para los fines que se han especificado.

25

Esta Memoria consta de doce hojas escritas

a maquina por una sola cara.

Madrid,

P.A.

21 ENE. 1975

Oscar de Elzaburu
Por poder

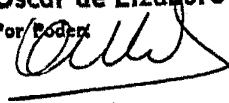
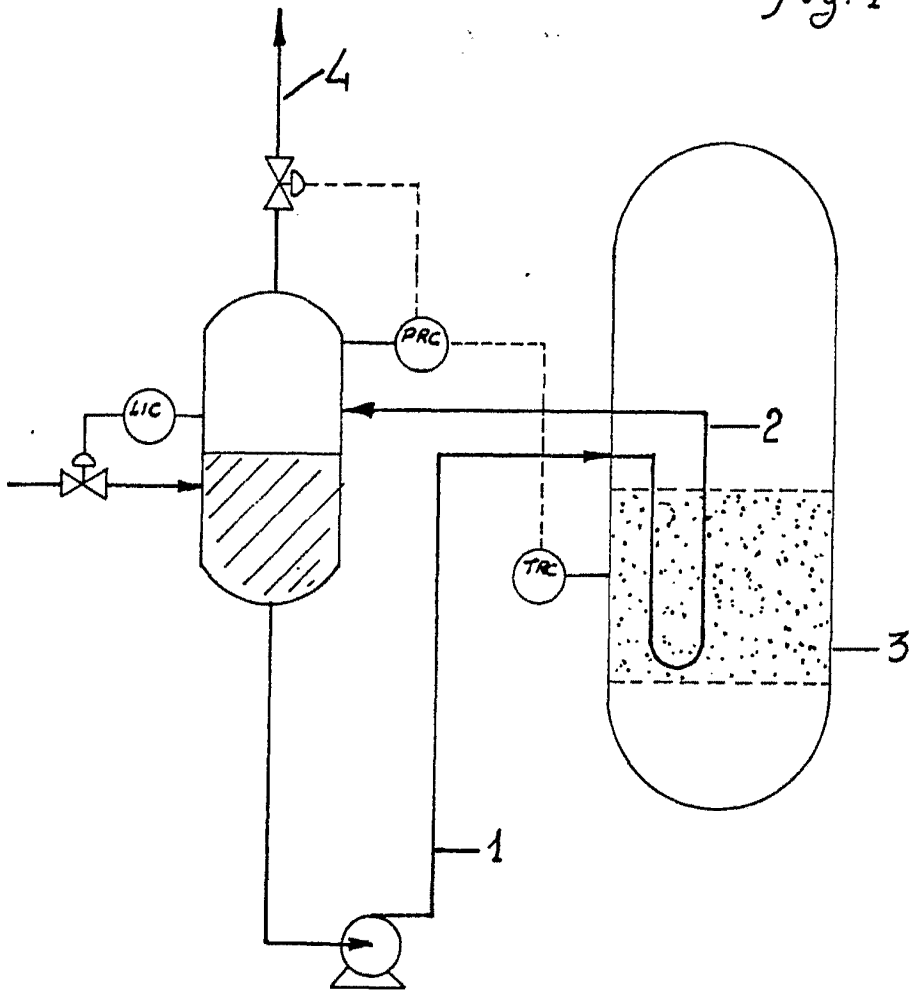


Fig. 1



Oscar de Elzaburu
For Peder.

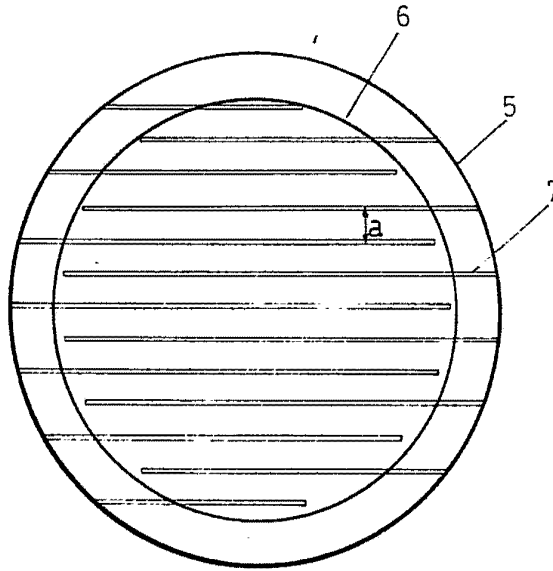


Fig. 2a

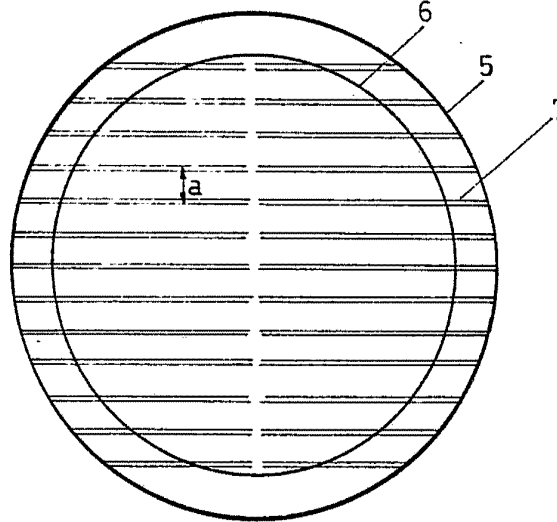


Fig. 2b

Uscor de Eizaburu
Por Poder.
OWS

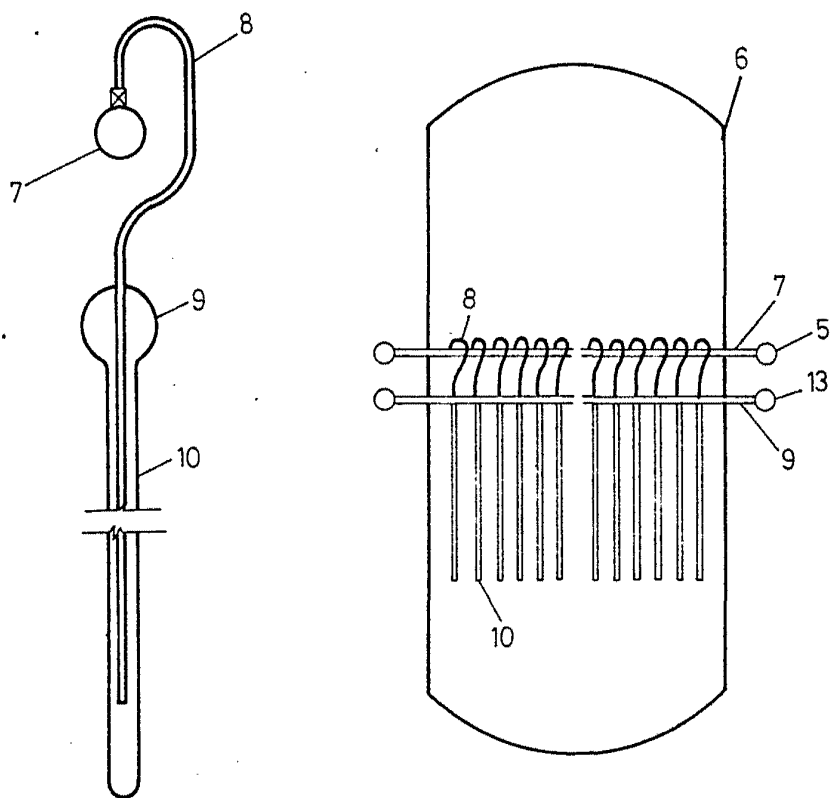


Fig. 3

Oscar de Eizaburu
Por Poder.

-5 MAR 1978
BREVETTO
MILANO

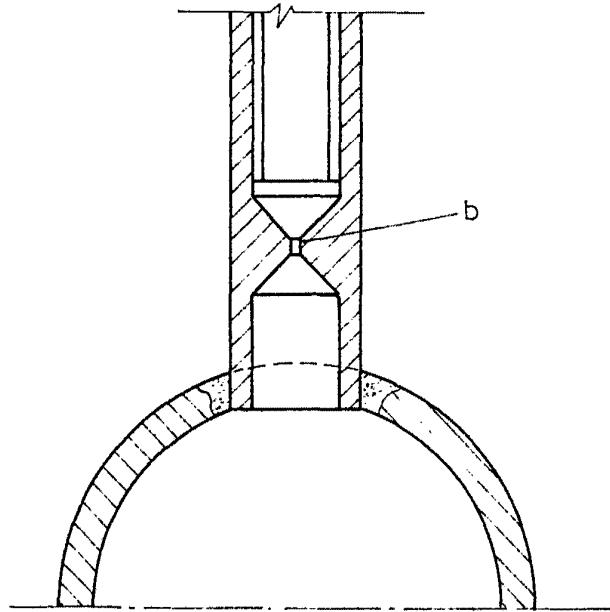


Fig. 5

Oscar de Elzaburu
Per Fogar.

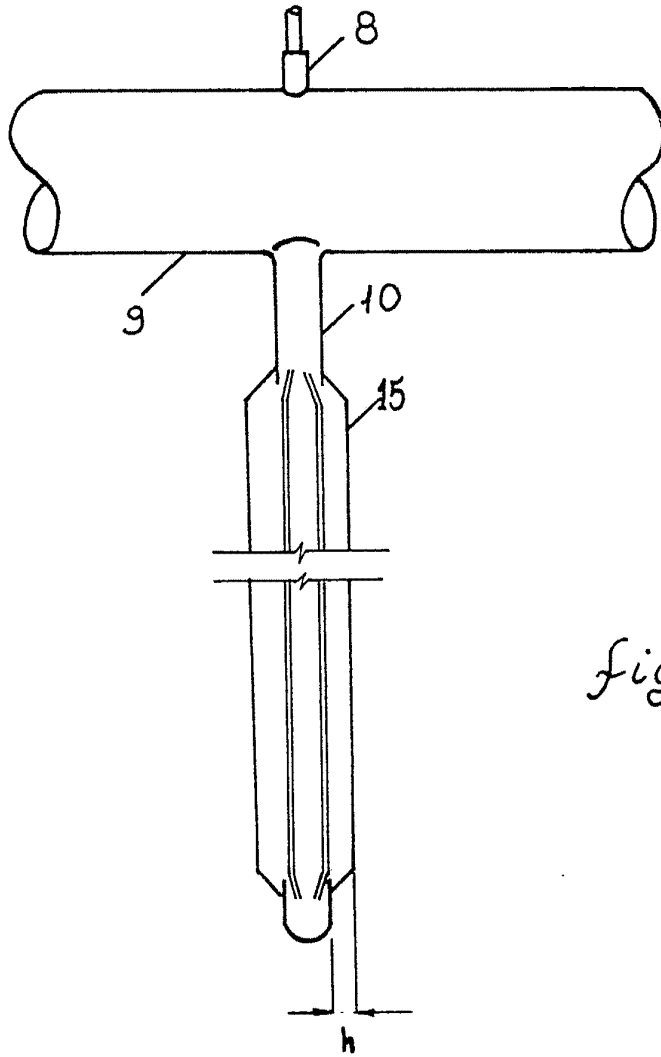
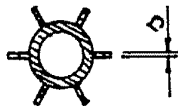


fig. 6



Oscar de Elzaburu
For Peden