

-----:



13 JUN 1927

MEMORIA DESCRIPTIVA
PARA SOLICITAR
PATENTE DE INVENCION
en
ESPAÑA
por VEINTE años
por "Mejoras en los aparatos catalíticos".

A nombre de

THE SELDEN COMPANY

establecida en

339 Second Avenue, Pittsburgh, Pen-
silvania,

ESTADOS UNIDOS DE AMERICA.

*****:

Este invento se relaciona con los aparatos catalíticos, y en particular con los que se utilizan en las reacciones catalíticas exotérmicas con fase de vapor.

El problema de enfriar el catalizador en los convertidores es uno serio o importantesi la

reacción que se lleva a cabo es muy exotérmica. Los convertidores tubulares en los que el catalizador se sitúa o coloca en unos tubos pequeños se ha visto que dan resultados satisfactorios para muchas reacciones exotérmicas. Ahora bien, ese tipo de convertidor adolece de un número de inconvenientes en cuanto al punto de vista de la estructura y el funcionamiento. Por ejemplo, es con frecuencia difícil ajustar la resistencia de los diversos tubos, de donde resultan unas circulaciones de gas desiguales y otras acciones que no convienen. Los convertidores de bandeja o de capa, como por ejemplo, el convertidor Grillo de ácido sulfúrico, y otros, en los que el catalizador se presenta en capas relativamente grandes, ofrecen muchas ventajas en cuanto a la circulación de los gases con uniformidad, y la baratura de construcción. Es muy difícil sin embargo, enfriar el catalizador en esos convertidores, con igualdad y uniformidad, cuando el aparato se utiliza en reacciones exotérmicas. Las capas horizontales del catalizador se enfrían con relativa facilidad por su periferia, pero tienden a calentarse en las zonas centrales.

Se ha propuesto un convertidor tubular modificado en el que el catalizador no se encuentra en los tubos, sino que los rodea, y unos líquidos o unos gases enfriadores circulan por los tubos. Es posible siguiendo ese método, retener muchas de las ventajas de un convertidor del tipo de capa, lográndose al propio tiempo suficiente enfriamiento. Sin embargo, no es posible en la construcción ordinaria, con una colocación uniforme de



los tubos, lograr un enfriamiento por igual, puesto que las zonas periferales que se enfrían no solamente por los tubos de circulación sino también por la caja o cubierta misma del convertidor, se enfrían con exceso si el enfriamiento o refrigeración es suficiente para evitar que la parte central se recaliente y, por el contrario, si el enfriamiento se ajusta o regula de manera que sea el debido o conveniente para las zonas periferales, las zonas centrales se enfrían en demasía.



En muchas reacciones catalíticas es tan importante el evitar la falta de enfriamiento como el exceso de ese enfriamiento, y el desideratum deberá ser siempre el de lograr una temperatura uniforme. Así sucede, particularmente, en las reacciones reversibles, en las que el equilibrio depende muchísimo de la temperatura, y asimismo sucede eso en el caso de reacciones que tiendan a producir inconvenientes reacciones laterales cuando se excede del mejor punto o grado de temperatura, o no se llega a él. Ese estado surge con frecuencia en la oxidación de compuestos orgánicos, como por ejemplo los compuestos aromáticos, en los que frecuentemente se producen unos productos secundarios que no son de desear, cuando las temperaturas de reacción no se mantienen con uniformidad por toda la masa catalizadora.

Se ha observado que un enfriamiento perfectamente uniforme de los catalizadores se puede efectuar con cualquier tipo conveniente de tubos enfriadores, o con cualquier combinación de tipos de tubos para el enfriamiento, proporcionando el número

de tubos, sus periferias, las velocidades de los gases que pasan por ellos, o las temperaturas de esos gases, de modo que las zonas centrales del catalizador se enfrían más que las zonas periferales. El resultado de ello es una temperatura uniforme por toda la masa catalizadora, puesto que las zonas periferales, como ya hemos dicho, reciben un enfriamiento adicional del casco externo del convertidor.

El establecimiento de un mayor efecto enfriador en el centro del catalizador, que es lo que constituye el objeto del presente invento, no depende principalmente de cualquier determinada conductividad de calor del catalizador mismo. En general son los catalizadores malos conductores del calor, en parte debido a que las sustancias que se emplean son de por sí malas conductoras del calor, y en gran parte a consecuencia de que la capa catalizadora se forma de gránulos que sólo tocan en unos cuantos puntos. La proporción hasta la cual es necesario aumentar el enfriamiento de las partes centrales de los catalizadores depende, como es natural, de las características de paso de calor del catalizador, y puede ser conveniente incorporar unos cuerpos metálicos con los catalizadores, en forma de gránulos, recortes de metal, virutas, telas metálicas, u otras, a fin de que aumente la conductividad de calor de la capa catalizadora en cuanto a conjunto.

Debe tenerse en cuenta que el empleo de esos medios auxiliares no es nuevo de por sí, reivindicándose en el presente invento sólo en combinación con la disposición del elemento enfriador que



constituye la característica de dicho invento. In-
cidentalmente puede decirse que la adición de cuerpos
de gran conductividad de calor a la capa catalizadora
es sólo un paliativo, puesto que los gránulos metáli-
cos, los tejidos, u otros cuerpos, no se tocan entre
sí en unas grandes superficies y, por lo tanto, se
encuentran sometidos a los mismos inconvenientes pa-
ra el paso del calor con que se tropieza en la misma
capa catalizadora.

La disposición estructural y el tipo
de los elementos enfriadores pueden variar, y se pue-
de recurrir a cualquier disposición adecuada, indi-
cando los adjuntos dibujos unos cuantos ejemplos que
se pueden utilizar, pero debe tenerse en cuenta que
que el invento no se limita a ellos en modo alguno.

Dicho invento lo ilustran en detalle
los expresados dibujos en los que aparecen unas mo-
dificaciones típicas del mismo, siendo esos dibujos
puramente diagramáticos y yendo reducidos a las par-
tes esenciales de la estructura del convertidor.
En cualquier instalación dada clare es que pueden
utilizarse los diversos accesorios y los detalles
estructurales bien conocidos de los constructores
de convertidores, pero puesto que no forman parte
del presente invento, unas determinadas caracterís-
ticas estructurales se omiten en su mayor parte en
los referidos dibujos, en los que designan:

La figura 1, una sección de un conver-
tidor enfriado por tubos, provisto de unos tubos sen-
cillos.

La figura 2, una sección de un conver-
tidor que tiene unos elementos enfriadores de doble



recorrido.

La figura 3, una sección vertical de un convertidor de tubos rectos, siendo esos tubos de velocidades variables para los gases.

Las figuras 4 y 5, unas secciones de unos convertidores tubulares de doble recorrido, con unos medios iguales para que varíe la velocidad de los gases por los tubos enfriadores.

Las figuras 6 y 7 unos convertidores del tipo de capa o bandeja, con unos tubos horizontales, ilustrando la figura 6 unos tubos sencillos espaciados sin uniformidad, y la figura 7 unos tubos uniformemente dispuestos para que varíen las velocidades de los gases, y

Las figuras 8 y 9, unas secciones de unos convertidores tubulares que tienen unas series de medios para la circulación de los gases por los elementos enfriadores, y unos accesorios para el enfriamiento de la pulverización.

En la figura 1 aparece el convertidor constituido por una caja o cubierta cilíndrica 1, una tapa 2 y una placa de base o fondo 3. Una separación 4 ocupa todo el ancho del convertidor por el extremo de arriba de la caja cilíndrica, y otra separación o división perforada 5 se establece en una parte de abajo de dicha caja. Unos tubos enfriadores rectos 6 pasan por ambas separaciones y se circundan con un catalizador, como se ve en 7. Los gases para la reacción entran en la tapa por 8, se distribuyen por medio de unos desviadores 9, y pasan hacia abajo, por los elementos enfriadores 6, para



entrar en un espacio 10 que existe o que se forma merced a la placa 3, la caja o cubierta 1, y la separación perforada 5. De ese espacio pasan los gases hacia arriba por la división perforada y por el catalizador, para ir a un espacio 11 que se forma entre las superficies de arriba del catalizador y la división superior 4. Los gases que hayan reaccionado salen después por una abertura 12 de la caja o cubierta 1.

Se observará que los tubos enfriadores se disponen más aproximados entre sí por el centro que por la periferia, y que el grueso de las partes donde va el catalizador, entre los tubos enfriadores, aumenta con rapidez desde el centro hacia la periferia. La disposición debe elegirse, como es natural, para efectuar un enfriamiento uniforme con cualquier determinada reacción, y en general variará con las diferentes reacciones que desarrollen diferentes cantidades de calor y que necesiten catalizadores de conductividades variables.

Se comprenderá que los gases de reacción fríos se calientan al pasar por los elementos enfriadores, hasta una temperatura esencialmente uniforme, y que al propio tiempo se enfría uniformemente el catalizador, lo que da por resultado la constante conservación de la mejor temperatura por toda la capa del citado catalizador. Una diversidad de gases reaccionadores se pueden introducir en lugar de un solo gas, y si se quiere, diferentes gases de reacción pueden pasar por diferentes tubos. En general, en todas las figuras, sólo se indica un solo gas de reacción o una mezcla de gases de reacción,



pero claro es que una diversidad de esos gases se puede introducir por la misma parte o por unas partes distintas del convertidor.

La figura 2 ilustra un convertidor con unos elementos automáticos para el cambio de calor, La estructura de esos elementos hace que circulen los gases de reacción entrantes, primero en relación indirecta de cambio de calor con el catalizador, invirtiéndose después su circulación en relación directa de cambio de calor con el catalizador, y pasando por último, después de una segunda inversión de la circulación, por la capa del mencionado catalizador. La disposición es por el estilo a la de la figura 1, pero en lugar de unos tubos sencillos 6 que pasan de la parte de arriba 4 por la separación de abajo 5, se disponen unos elementos tubulares dobles, consistentes en unos tubos cerrados 13 introducidos en el catalizador, y en unos tubos abiertos 14 que se dirigen hacia abajo a partir de la separación 4. Los gases que entran por la abertura 8 y que se mezclan merced a los desviadores 9, pasan hacia abajo por los tubos 14, hasta el fondo de los tubos 13, luego se dirigen hacia arriba por el espacio anular existente entre los tubos 13 y 14, y después se dirigen hacia abajo por el catalizador, para entrar en la cámara 40 y salir por el tubo de salida o escape 12.

Puesto que los tubos enfriadores de la parte central del catalizador se disponen más próximos entre sí que con las partes periferales, el efecto enfriador disminuye desde el centro hacia la periferia, y cuando el espaciado se ajusta o regula adecuadamente para la determinada reacción que se ha-



ya de llevar a cabo, se logra un enfriamiento perfectamente uniforme.

Los convertidores que aparecen en las figuras 1 y 2 funcionan muy satisfactoriamente si el espaciamento de los elementos se hace debidamente con respecto a la capacidad de paso de calor del catalizador de acuerdo con la clase de reacción que tiene lugar y también de acuerdo con la velocidad de circulación de los gases por el convertidor, que a su vez determina la cantidad de calor que se desarrolla, y afecta también, hasta cierto punto, a la distribución del calor, puesto que una circulación mayor de los gases dentro de los límites de la reacción completa da por resultado un correspondiente aumento en el calor desarrollado que, sin embargo, se neutraliza parcialmente, en lo que atañe a los tubos, por un aumento esencialmente igual, en la cantidad de gases enfriadores que pasan por ellos. No existe ningún cambio en la radiación del casco o caja del convertidor y, por lo tanto, el efecto relativo del enfriamiento de dicha caja o casco es diferente, con grandes velocidades de los gases, que con pequeñas velocidades de los mismos. Hay también una diferencia en el efecto enfriador en los tubos, toda vez que con las mayores velocidades de los gases éstos no se calentarán hasta una temperatura alta. Por lo tanto, unos convertidores como los que ilustran las figuras 1 y 2, y otros convertidores como los que representa la figura 6, que más adelante describiremos, desarrollan toda su eficiencia solamente con un determinado catalizador y con una determinada velocidad de reacción.





Es posible obtenerse una regulación satisfactoria y un aumento de flexibilidad variando la proporción de los gases que circulan por los diferentes elementos enfriadores, aun cuando éstos vayan uniformemente colocados. Eso lo ilustran las figuras 3, 4 y 5, en las que los respectivos tubos 6 y los tubos interiores 14 tienen unos tapones 16 y 15, con aberturas de diferentes tamaños, mientras que ningunos tapones se emplean en el tubo central. En el caso de la figura 5 sólo se utiliza un tamaño de tapón, pero se establece un efecto compensador adicional, como luego se verá.

Por lo tanto de acuerdo con las figuras 3 y 4 una mayor cantidad de gases circula por los tubos centrales 6 y 14, que por los tubos intermedios que a su vez permiten mayor circulación que los tubos periferales. Evidente es, como se comprenderá, que se puede recurrir a dos tamaños de aberturas para los tapones, puesto que en un convertidor ordinario existe generalmente un número mayor de elementos enfriadores que los que aparecen en los dibujos diagramáticos, que a los fines de la sencillez se limitan a un número relativamente pequeño de elementos enfriadores;. Los elementos centrales se enfrían por consiguiente, mucho más intensamente que los elementos periferales, y cuando la circulación relativa de gases se ha ajustado regulado debidamente se logra un enfriamiento perfectamente uniforme. Ese método de hacer el control del enfriamiento ofrece la ventaja de ser apropiado para que varíen las circulaciones de los gases, y también las reacciones, empleando tapones de diferentes tamaños, sin tener

que reformar el convertidor.

En la figura 5 se ve una adición a la disposición de los tapones 15 y 16 en los tubos 14, siendo estos últimos de unas longitudes efectivas variables. Como se ilustra, la variación de la longitud se efectúa perforando las partes de abajo de los tubos 14, en diferentes tubos, lo que produce el mismo resultado que si los tubos fuesen más cortos. Claro es que se podría recurrir a esto último, pero no es conveniente puesto que así se conseguiría una línea de demarcación entre las partes enfriadas y las no enfriadas de los tubos 13, lo que hay que evitar en la mayor parte de los casos. Las perforaciones producen el mismo efecto de reducir la longitud real de los tubos, pero algún gas puede circular hasta el fondo de los tubos 13, de suerte que no existe ninguna determinada línea de demarcación entre las partes enfriada y no enfriada.



Las figuras 6 y 7 ilustran unos convertidores que tienen unos tubos horizontales y gases enfriadores separados o independientes. Consisten esos convertidores en un casco o caja 17, una pieza superior o de arriba 18, una pieza inferior o de abajo 19, un desviador 20, una división o separación perforada 21, y una masa o capa catalizadora 22. Unos tubos enfriadores horizontales 23 pasan por el catalizador y por la cubierta o caja del convertidor y conectan las tuberías 24 y 25 para los gases enfriadores. Los gases para la reacción entran por una abertura adecuada de la pieza de arriba 18, y después de pasar por el catalizador salen por otra abertura conveniente de la pieza de abajo 19.

En la figura 6, se disponen asimétricamente

camente los tubos enfriadores, ésto es, se encuentran más cercanos o aproximados en la parte de arriba de la capa catalizadora que en la parte de abajo, con el resultado de que en la parte de arriba, que entra en contacto con los nuevos gases de reacción y produce, por lo tanto, la reacción más violenta con la evolución de la mayor cantidad de calor, el enfriamiento se encuentra en su máximo. La caja o casco del convertidor puede ser rectangular o cilíndrica, y la distribución de los tubos debe ser tal que se logre un enfriamiento uniforme en cada zona del catalizador.



En lugar de espaciar los tubos asimétricamente, la cantidad y la velocidad de los gases que pasen por ellos puede variar. Esa construcción es la que ilustra la figura 7, en la que unos tapones 27 y 28 se establecen en los tubos de abajo, a fin de restringir la cantidad de gases enfriadores que pasan por esos tubos. Claro es que con el mismo fin se puede utilizar también una combinación de velocidades espaciadoras y variadoras de los gases, lo que en muchos casos es conveniente.

Los gases enfriadores que se utilizan en las figuras 6 y 7 pueden ser aire, u otro gas conveniente, o bien los gases de reacción pueden pasar primero por los tubos enfriadores y entrar luego en el convertidor, efectuándose así el enfriamiento simultáneamente con el calentamiento de los gases de reacción. Asimismo se pueden utilizar líquidos y vapores, o recurrirse a unas combinaciones de esos dos métodos. Gas enfriador puede asimismo pasar en serie por los diversos tubos, primero los de la

zona mas caliente. Eso ofrece la ventaja de que las partes de abajo de la zona catalizadora, donde la reacción se lleva a cabo muy lentamente, como consecuencia del hecho de que los gases de reacción se hallan diluidos con el producto de reacción, requiere poco enfriamiento, o ninguno, sino que, por el contrario, suele requerir algún calentamiento. En lugar de tubos rectos puede recurrirse a unos tubos en espiral en las diversas zonas, recurriéndose asimismo a otras modificaciones en cuanto a la disposición de los tubos enfriadores, si así se quiere, para lograr un enfriamiento uniforme.



En relación con las figuras descritas, en su mayor parte se lleva a cabo el enfriamiento mediante gases enfriadores, pero no es ese el único método que se puede utilizar. Si uno o más de los componentes de reacción son líquidos o sólidos con temperaturas normales y tienen que vaporizarse, o si vapores inertes se encuentran en los gases de reacción, el calor latente de la vaporización de los líquidos se puede utilizar para enfriar los tubos enfriadores del centro del catalizador. La figura 8 ilustra un convertidor que consiste en un casco 29, una pieza de arriba 30, una placa de abajo 31, unas divisiones 32 y 33, y un catalizador 34 entre esas divisiones. Los tubos 35 pasan por ambas divisiones, en un punto entre la periferia y el centro de la masa catalizadora, en tanto que unos dobles tubos invertidos 36 y 37 van de la división de abajo 33 al catalizador. Esos tubos dobles conviene que tengan unas perforaciones convenientes 38 y 39, conduciendo esta última al catalizador.



Unas tuberías 40 y 41 para la admisión de gases entran respectivamente en las cámaras 42 y 43, y una tubería 44 para la salida de los gases, por encima de la masa catalizadora y por debajo de la separación 32, sirven para sacar los productos de la reacción. Unos tubos pulverizadores 45, con unas boquillas adecuadas 46, se dirigen hacia abajo por la pieza de arriba 30, y entran en los tubos 35. En la práctica los gases de reacción entran por las tuberías 40, y si necesario fuese también por la 41, dirigiéndose el gas de la tubería 40 hacia abajo por los tubos 35, y uniéndose con los gases de la tubería 41 en la cámara 43, de donde dichos gases se dirigen hacia arriba por los tubos 36 y hacia abajo por los tubos 37, en contacto cambiador de calor con el catalizador, que así se enfría, en tanto que los gases mismos se calientan. Al llegar al fondo o parte de abajo de los tubos 37, pasan por las perforaciones al catalizador que sube por ellos y salen o escapan por la tubería 44, como lo indican las flechas.

Unos tubos dobles invertidos 36 y 37 se pueden considerar los elementos enfriadores primarios, y los tubos 35 los elementos enfriadores secundarios. Estos últimos, que se encuentran todos a corta distancia de las partes centrales del catalizador, se enfrían también pulverizando sólidos o líquidos, por la boquilla 46, en las paredes de los tubos de donde se dirigen hacia abajo en forma de una capa que entra en contacto con el catalizador caliente, y se vaporizan o se derriten, utilizándose el calor latente de la vaporización o de la fusión para proporcionar el enfriamiento adicional que se requiere en

en la parte central del catalizador.

En algunas reacciones, en lugar de utilizarse componentes de reacción líquidos o sólidos, unos líquidos inertes, agua por ejemplo, se pueden pulverizar por las boquillas 46 y llevar a cabo el enfriamiento al propio tiempo que la dilución de los gases de reacción, que conviene para muchos fines a fin de que se modere la actividad de la reacción, siendo también el calor específico relativamente grande del vapor un factor notable en cuanto al efecto enfriador de los tubos enfriadores primarios 36 y 37.

La figura 9 ilustra una disposición por el estilo, excepción hecha de que el casco o caja de convertidor, con sus divisiones o separaciones, se establece disponiendo lo de arriba abajo, de suerte que los tubos enfriadores primarios se dirigen hacia abajo para ir al catalizador. El funcionamiento es el mismo que el descrito con referencia a la figura 8, con la excepción de que los líquidos o los sólidos que se introducen por las boquillas 46 pasan en contracorriente con respecto a los gases ascendentes que circulan por los tubos 35, manteniéndose por lo tanto en contacto con las paredes de los tubos 35, hasta ser completamente vaporizados, lo que conviene si se utiliza una considerable cantidad de líquido, evitándose de esa suerte la posibilidad de que líquido sin vaporizar se dirija hacia abajo y llegue a la cámara 43, lo que es un inconveniente en la disposición con arreglo a la figura 1.

Otras diversas modificaciones del enfriamiento primario y secundario, ya por los gases, ya por evaporación, se pueden utilizar y convienen en



muchos casos. El invento no se limita a determinadas estructuras sino que, por el contrario, se puede recurrir a un número de diferentes modificaciones cuando se juzguen ventajosas.

Esta solicitud, que corresponde a la presentada en los Estados Unidos de América, el 27 de octubre de 1926, bajo el número 144.496, se acoge a los beneficios del artículo 15 de la Ley de Propiedad Industrial.



- o - N O T A - o -

Los puntos de invención propia y nueva que se presentan para que sean objeto de esta Patente de VEINTI años, son los siguientes:

1º. - Un aparato catalizador que comprende un convertidor del tipo de capa; una capa o masa catalizadora en él; y unos elementos cambiadores de calor introducidos en ese catalizador y de tal suerte establecidos que se produzca un enfriamiento esencialmente uniforme por cualquier sección transversal horizontal de la capa catalizadora.

2º. - Un aparato catalítico como el reivindicado en el punto anterior, en el que unos elementos enfriadores se introducen en el catalizador, consistiendo ese aparato en unos tubos exteriores y con la extremidad cerrada, introducidos en el catali-

zador, y unos tubos interiores y con la extremidad abierta, en el mismo, disponiéndose unos medios para lograr que los gases de la reacción descieran por los tubos interiores hacia el fondo o parte de abajo de los tubos exteriores, invertir su circulación y pasar hacia arriba, y asimismo unos medios desviadores para lograr que el gas que sale de los tubos exteriores pase por el catalizador.

3°.- Un aparato como el reivindicado en los puntos 1° y 2°, en el que los elementos enfriadores centrales se encuentran más cercanos entre sí que los elementos periferales.

4°.- Un aparato como el reivindicado en los puntos 1° y 3°, en el que se establecen unos medios para que los gases de la reacción circulen por los tubos con velocidades variables, disminuyendo esas velocidades de los tubos centrales hacia los periferales, variación que se lleva a cabo, por ejemplo, haciendo que varíe la sección transversal de entrada de los tubos enfriadores.

5°.- Un aparato como el reivindicado en los puntos 2° y 3°, en el que la longitud real de los tubos interiores disminuye de los tubos centrales hacia los periferales.

6°.- Un aparato catalítico como el reivindicado en los puntos precedentes, en el que unos tubos enfriadores secundarios se establecen en la parte central de la capa o masa catalítica, existiendo unos medios para que los gases de la reacción y una substancia vaporizable pasen por los citados tubos secundarios de tal suerte que se facilite la vaporiza-



ción de la substancia.

7°. - Mejoras en los aparatos catalíticos.

Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, representado en los dibujos que se acompañan y con los fines que se han especificado.

Esta Memoria consta de diez y ocho hojas escritas por una sola cara.

Madrid, 13 de octubre de 1927



P. A.
Dpto. de...
Sr. Bolet



Fig. 1.

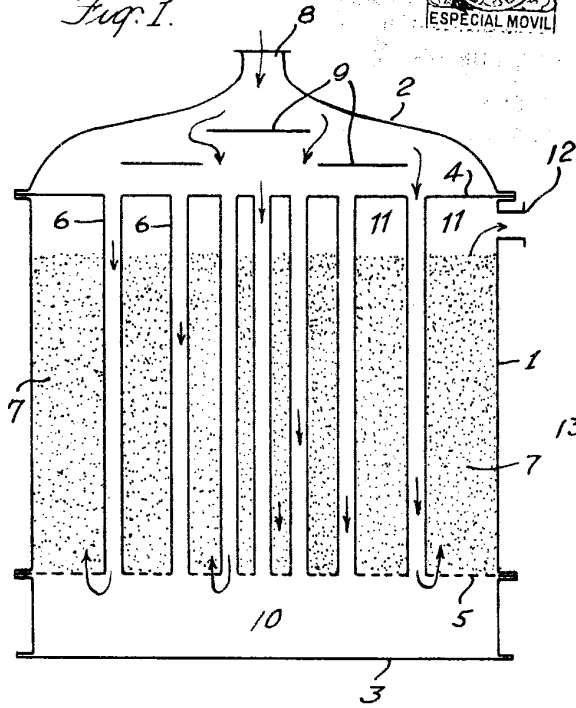


Fig. 2.

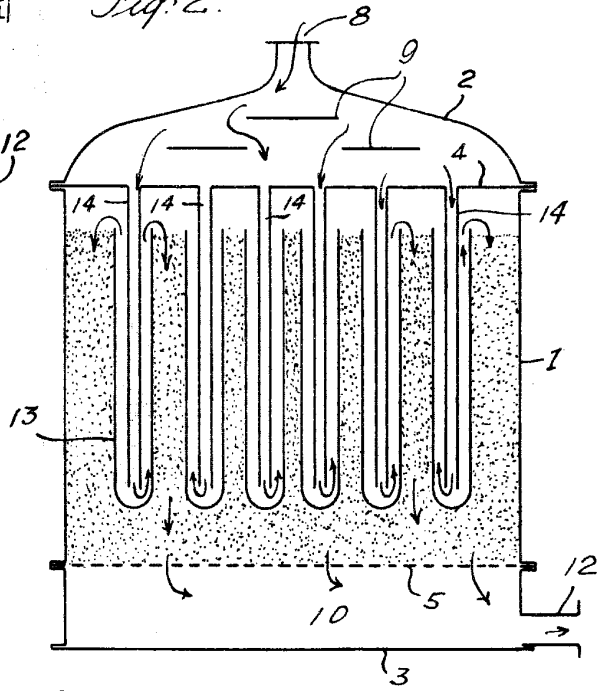
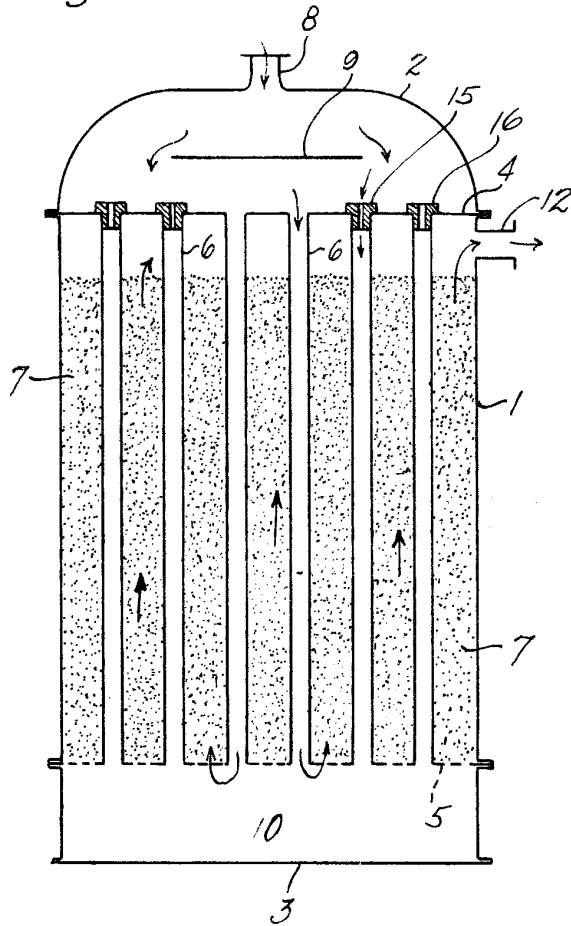
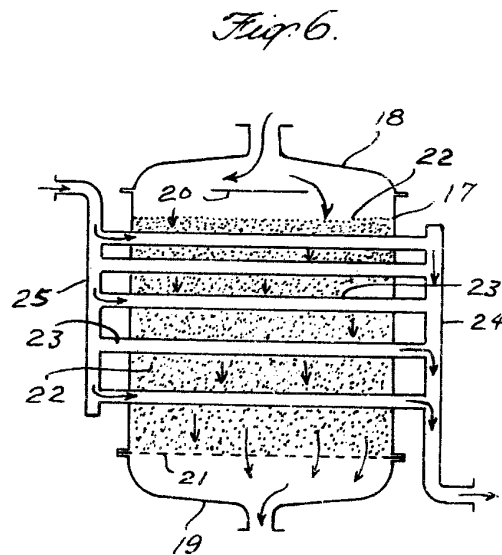
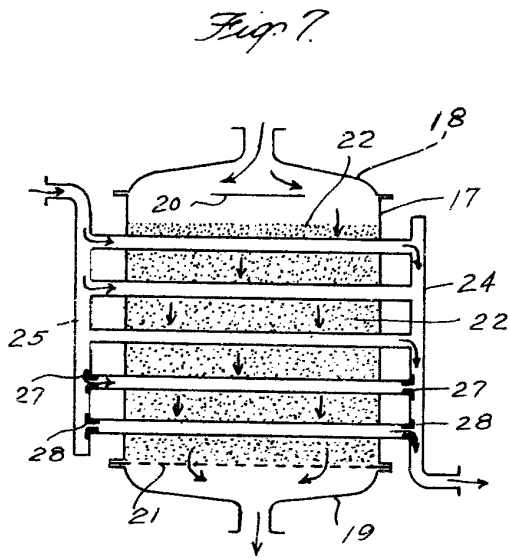
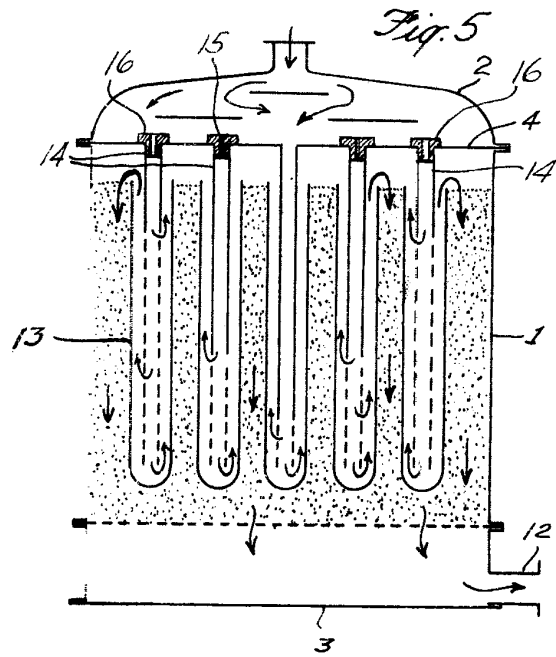
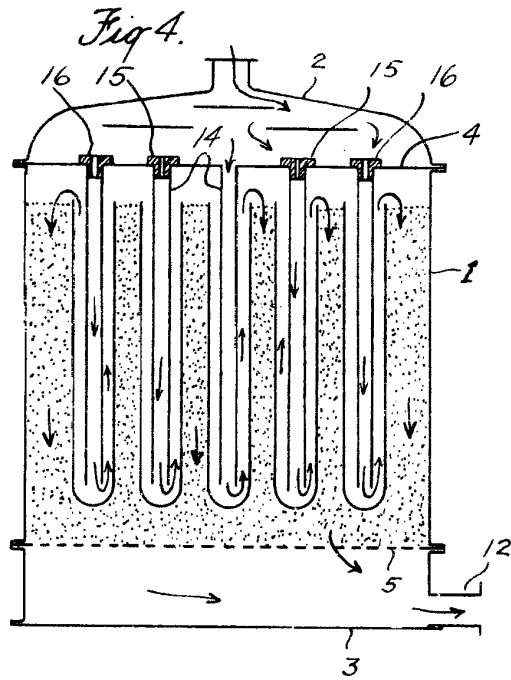


Fig. 3.



P.A.

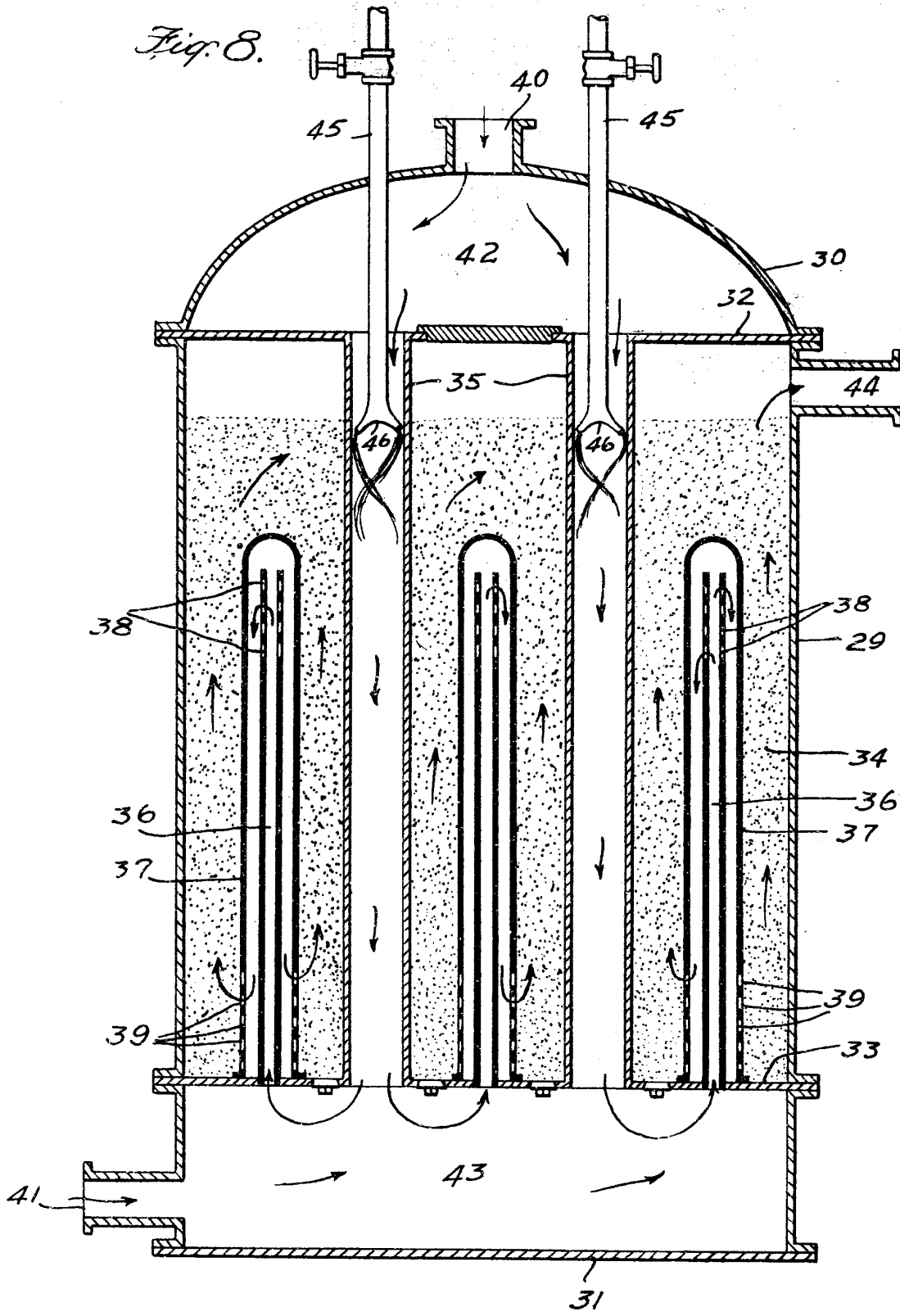


P.A.

[Handwritten signature]



Fig. 8.

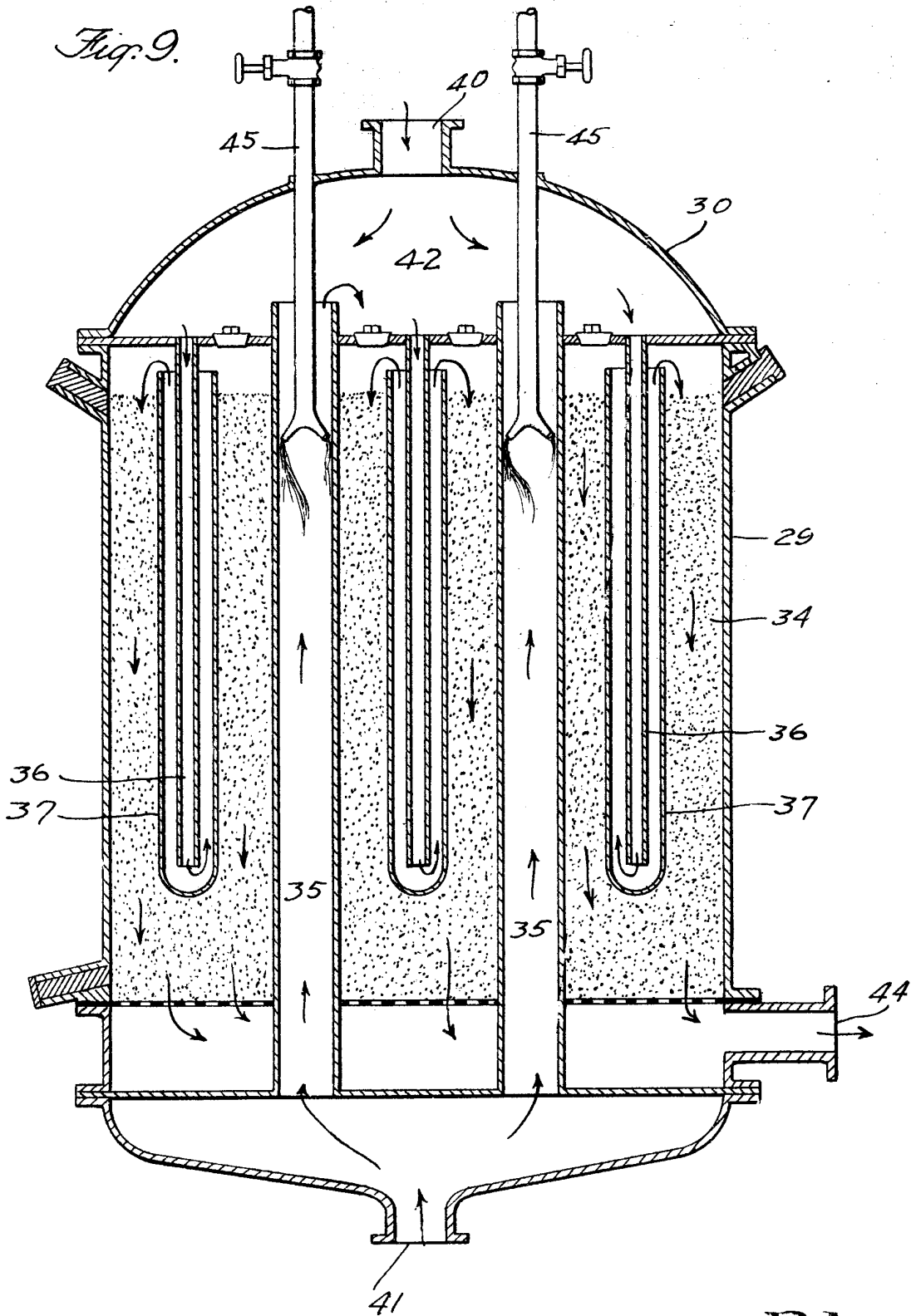


P.A.

[Handwritten signature]



Fig. 9.



P.A.

[Handwritten signature]