

EA SEP. 1963

A.S.



286267

MEMORIA DESCRIPTIVA

que se presenta para unir a la solicitud

de

P A T E N T E D E I N V E N C I O N

formulada el 21 de marzo de 1963, con el número 286.267

en

E S P A Ñ A

por VEINTE años

a nombre de F.L. SMIDTH & CO. A/S, entidad danesa, establecida en 77, Vigerslev Alle, Copenhagen-Valby, Dinamarca, por:

"UN METODO DE PROVOCAR UN INTERCAMBIO DE CALOR ENTRE PARTICULAS MUY FINAS Y UN GAS"

=====

Este invento se refiere a procedimientos y aparatos para intercambiar calor entre un sólido y un gas mientras el sólido en forma de partículas está en libertad de moverse dentro del gas.

5 El intercambio de calor más eficiente se logra cuando las partículas son puestas en contacto con una corriente de gas que se mueve a contracorriente, y el método más conveniente consiste en introducir las partículas en una corriente ascendente de gas cerca de su extremo superior, descendiendo las partículas por gravedad.

10



El problema que se presenta usualmente es el como retardar la caída libre de las partículas a través de la corriente de gas lo bastante para obtener un intercambio de calor eficiente. Sin embargo, cuando las partículas son muy finas, es decir, cuando tienen una dimensión media de partícula de 50 micras o menos, por ejemplo 20 micras, y son por lo tanto parecidas a polvo, se presentan dificultades debido a que el gas arrastra la mayor parte de las partículas con la consecuencia de que se pierde el efecto de contracorriente. Cuando se trabaja con partículas tan finas, la cuestión, por lo tanto, no está en retardar el movimiento hacia abajo de las partículas, sino por lo contrario en asegurarlo. Diversas propuestas han sido hechas para vencer la dificultad expuesta, pero hasta la fecha no se ha encontrado una solución práctica.

De acuerdo con el invento se obliga a partículas muy finas a moverse principalmente en contracorriente respecto a una corriente de gas dirigida sustancialmente hacia arriba, cuya velocidad es mayor que la velocidad de caída libre de las partículas y que por lo tanto arrastra algunas o todas las partículas. El movimiento descendiente de las partículas es logrado primariamente obligando al gas a fluir en trayectorias circulatorias, en cada una de las cuales algunas de las partículas arrastradas son precipitadas del gas para formar agregados y desplazarse como tales en contracorriente respecto al gas.

La velocidad de caída libre de partículas de un tamaño y peso determinados en un gas a una temperatura dada es la velocidad que rápidamente cogerán las partículas individuales cuando caigan libremente en el gas estacionario

286267

a la temperatura dada.



El intercambio de calor puede tener lugar en una cámara, pero preferentemente será en cierto número de cámaras consecutivas, siendo descargado el material desde cada cámara a través de la abertura a través de la cual es introducido el gas en la cámara. La velocidad del gas al pasar por cualquiera de tales aberturas es obligada a alcanzar un múltiplo sustancial de la velocidad de caída libre del material pulverulento en el gas, de manera que se produzca tal movimiento circulatorio en cada cámara que parte del material arrastrado dentro del gas será precipitado y dirigido hacia la abertura para abandonar a través de ella la cámara.

Si el intercambio de calor es llevado a cabo en cámaras consecutivas, éstas pueden ser partes de una columna vertical y pueden estar separadas la una de la otra por tabiques o pueden estar algo separadas entre sí.

Las partículas que en una cámara van deslizando hacia abajo hacia la abertura, inicialmente se agregan entre sí hasta que, cuando el proceso está en pleno funcionamiento, algunas de ellas pasen por la abertura hacia abajo, siendo el resultado final un movimiento descendente de las partículas a través de las cámaras.

Es sorprendente que, aunque la velocidad del gas en la abertura entre dos cámaras sea mucho mayor, por ejemplo, 40 veces mayor, que la velocidad de caída libre de las partículas, tenga lugar un flujo descendente continuo de partículas de una cámara a la siguiente, y resulte, posible descargar partículas de la cámara más baja con un caudal medio igual al caudal con que son introducidas.



Para obligar al gas a fluir en trayectorias circula-
 torias dentro de las cámaras, puede resultar ventajoso que
 las aberturas sucesivas entre cámaras se encuentren despla-
 zadas de manera que el gas tenga que cambiar de dirección
 5 en el curso de su paso a través de una abertura y una cá-
 mara hacia la siguiente abertura. Es preferible que haya
 sólo una abertura o pasaje único entre dos cámaras vecinas,
 pero aún si hay dos o más aberturas entre cámaras vecinas,
 el gas y las partículas seguirán fluyendo a contracorrien-
 10 te por cada abertura. Una desventaja de tener dos o más
 aberturas reside en que fenómenos de obstrucción, desigua-
 les, en y alrededor de las aberturas pueden originar irre-
 gularidades en la distribución de las corrientes de gas en
 la cámara encima de las aberturas, con un consiguiente in-
 15 cremento en las tendencias de obstrucción.

El área transversal de la abertura entre dos cámaras
 no debe ser mayor que 35 %, y puede ser tan pequeño como
 15 %, del de la cámara. En cada cámara la velocidad prome-
 dia del gas, es decir, la velocidad que el gas alcanzaría
 20 si se le permitiese repetirse uniformemente sobre la sec-
 ción transversal de la cámara, es mayor, y la velocidad
 del gas al pasar por las aberturas entre las cámaras es
 mucho mayor, que la velocidad de caída libre. Como conse-
 cuencia del movimiento circulatorio del gas a alta veloci-
 25 dad las partículas están expuestas a una fuerza centrífuga
 considerable, por la cual muchas de las partículas son for-
 zadas a chocar contra las paredes de la cámara y a preci-
 pitar. Las partículas así precipitadas se deslizan hacia
 abajo sobre las paredes y el fondo de la cámara, que pre-
 30 ferentemente tiene pendiente descendiente hacia la abertu-

286267



ra.

Preferentemente la configuración de las cámaras es tal que el gas en su movimiento circulatorio se mueva de manera concurrente con el material precipitado hacia la abertura de descarga.

5

Si existe más de una cámara, el material puede ser introducido y el gas descargado por la cámara más alta, cada uno a través de una abertura separada. Semejantemente, cuando haya dos o más cámaras consecutivas el material puede ser descargado y el gas ser introducido por la cámara más baja, cada uno a través de su propio orificio.

10

El intercambio de calor puede tener lugar también en una columna que sea vertical o se extienda en una dirección generalmente vertical, siendo introducidas las partículas por el techo y el gas por el fondo, de manera que se desplacen principalmente a contracorriente entre sí. El movimiento descendente de las partículas es logrado esencialmente configurando la columna de tal modo, o equipándola de tal manera con deflectores o tabiques, que el gas tenga que efectuar repetidos cambios de la dirección de la corriente, con la consiguiente precipitación de las partículas arrastradas.

15

20

Se observará que la velocidad del gas variará a lo largo del aparato. La velocidad a que se ha hecho referencia diciendo que es mayor que la velocidad de caída libre puede determinarse dividiendo el volumen de gas que entra por unidad de tiempo por el volumen del aparato.

25

La velocidad del gas en los orificios puede variar entre, aproximadamente, 4,5 a 15,3 metros por segundo y, desde luego, cuanto mayor sea esta velocidad, mayor será la

30



cantidad de material sacada por la corriente de gas del
cambiador de calor. Si esta cantidad es relativamente ba-
ja, digamos por debajo de 10 % del material introducido, y
las exigencias locales respecto a la prevención de contami-
nación de la atmósfera no son demasiado rigurosas, la co-
rriente de gas que sale de la cámara más alta puede pasar
directamente a la atmósfera. En otro caso, las partículas
así arrastradas por el gas del cambiador de calor tienen
que ser precipitadas del gas.

10 Por ello, el gas que abandona el cambiador de calor
puede ser dirigido a un precipitador que constituye un se-
parador para la mayor parte de las partículas que entran
en él. El precipitador puede ser del tipo eléctrico, pero
es preferible que sea un ciclón. Generalmente es ventajo-
so pasar el gas que sale del ciclón por un filtro de polvo,
15 por ejemplo un filtro electrostático, para quitar el rema-
nente de polvo aún arrastrado por el gas.

Algunas o todas las partículas o polvo recogidos en
un precipitador o filtro pueden volver a llevarse ventajo-
samente al cambiador de calor, preferente, pero no neces-
ariamente, a la cámara superior de una serie de cámaras.

20 La cantidad de material de esta manera devuelto al
cambiador de calor puede variar, pero con velocidades ele-
vadas en las aberturas lo más ventajoso es que sea de dos
a cuatro veces la cantidad de material fresco introducido
en la corriente de gas.

El invento es particularmente útil para el precalen-
tado de partículas muy finas que hayan de ser quemadas en
un horno, estando formada la corriente gaseosa ascendente
por los gases de escape del horno. Las partículas finas de
30



este caso de aplicación pueden ser de polvo molido crudo para ser calcinado en el horno y producir clinker de cemento, que es entonces enfriado y molido para dar cemento. En otro caso las partículas finas pueden ser minerales que contengan carbonato cálcico o minerales de tipos distintos, para ser calcinados o sinterizados. Otro ejemplo es el hidróxido de aluminio, que usualmente está disponible en forma de torta que sale del filtro, compuesto de polvo mojado. Es deseable precalentar el polvo antes de introducirlo en el horno para calcinarlo para obtener alúmina, y este precalentamiento puede efectuarse por medio del invento.

En tales procesos se utilizan normalmente hornos rotatorios, y las partículas precalentadas penetran en el horno a través de un estrecho tubo en el cual sustancialmente no hay intercambio de calor. En el invento presente la cámara del fondo puede estar unida directamente a la boca del horno, de modo que los gases penetren en la cámara inferior y las partículas salgan de ella por el mismo orificio y tenga lugar buen intercambio de calor justamente hasta la boca del horno.

El invento puede aplicarse también a la refrigeración de partículas finas, por ejemplo, cemento o alúmina producido por calcinación de hidróxido de aluminio. En tal caso el gas refrigerante puede ser aire atmosférico, que es calentado por el cemento o la alúmina. En el caso de que se trate de alúmina, el aire calentado es empleado en el horno como aire secundario de combustión.

Algunos aparatos de acuerdo con el invento se muestran esquemáticamente y a título de ejemplo en los dibujos

286267



adjuntos, en los cuales:

La figura 1 muestra un cambiador de calor en alzado.

La figura 2 es una sección según la línea II-II de la figura 1.

5 La figura 3 muestra otro cambiador de calor en alzado.

La figura 4 es una sección según la línea IV-IV de la figura 3.

10 La figura 5 es una sección semejante a través de un cambiador de calor ligeramente modificado.

La figura 6 representa una construcción modificada de las cámaras en un cambiador de calor.

La figura 7 muestra una planta de horno rotatorio que incluye un cambiador de calor.

15 La figura 8 representa una modificación del cambiador de calor indicado en la figura 7.

La figura 9 representa otro cambiador de calor.

La figura 10 es una sección según la línea X-X de la figura 9.

20 La figura 11 representa parte de aún otro cambiador de calor.

La figura 12 muestra otro cambiador más de calor; y

La figura 13 representa otra instalación con horno rotatorio que incluye todavía otro cambiador de calor más.

25 Las figuras 1 y 2 representan un cambiador de calor para precalentar partículas finas. Comprende una columna rectangular con paredes 1 forradas con material resistente al calor, una tolva de fondo 2 y un techo plano 3. El cambiador de calor está dividido en cámaras 4 por medio de tabiques 5 que consisten en placas inclinadas hacia abajo,

30



alternadamente desde la izquierda a la derecha y desde la derecha hacia izquierda, extendiéndose cada tabique solamente sobre parte de la sección transversal de la columna de manera que deja una abertura 6 en su extremo inferior, la cual forma la única comunicación entre las cámaras vecinas. Se comprenderá que cada cámara está limitada lateralmente por las paredes de la estructura en columna y por arriba y por abajo por los tabiques inclinados.

5
10
15
20
Durante el funcionamiento el gas caliente es introducido por el fondo de la columna a través del tubo 7 y pasa de una cámara a otra a través de las aberturas, abandonando el techo de la cámara más alta 4 por la tubería 8. Esta tubería conduce tangencialmente dentro de un ciclón 9 que actúa como precipitador de polvo. El gas abandona el ciclón a través de un tubo 10 conectado a un aspirador (no representado), el cual produce el tiro necesario para que el gas circule a través del cambiador de calor. Las partículas precipitadas en el ciclón 9 pasan por una tubería 11 a la cámara superior 4 del cambiador de calor, tubería que contiene una válvula de compuerta giratoria 12 para evitar que el gas procedente del cambiador de calor pase a través de la tubería 11.

25
30
Las partículas que han de ser precalentadas se introducen en la cámara superior 4 a través de una tubería 13, que también contiene una válvula de compuerta giratoria 14. La trayectoria aproximada del gas se ha indicado en la figura 1 por medio de flechas, pero el número real de vueltas que cualquier partícula dada pueda describir en cualquier cámara puede variar. A medida que el gas cambia de dirección se crean fuerzas centrífugas y las partículas son

286267



precipitadas y deslizan hacia abajo sobre los tabiques.

Las partículas precalentadas abandonan el cambiador de calor a través del fondo en forma de tolva 2 y de un tubo 15 controlado por medio de una válvula de disco 16 para evitar que el aire atmosférico penetre en el cambiador de calor.

Después de un período inicial se alcanzará un estado de equilibrio en el cual el caudal medio de descarga de partículas a través del tubo 15 será igual al de suministro por la tubería 13. Como consecuencia de su lento tránsito a través de todo el cambiador de calor las partículas están expuestas a un intenso intercambio de calor con el gas caliente, siendo el largo tiempo que la partícula promedio tarda en pasar a través del cambiador de calor un múltiplo del tiempo que tardaría la partícula en pasar justamente a la misma velocidad desde la tubería 13 al tubo 15 según el camino más corto posible entre ambos. El cambiador de calor es por lo tanto muy eficiente.

El ángulo que forman las placas individuales 5 con la horizontal, decrece a medida que se desciende ya que se ha encontrado que con ello se mejora el funcionamiento.

Con el fin de incrementar la tendencia de las partículas de deslizar hacia abajo a lo largo de las placas separadoras inclinadas, se pueden prever medios de vibrar estas placas. Las figuras 1 y 2 indican un dispositivo para vibrar una de las placas 5. Esta placa tiene dos salientes 17 que pasan, con un cierre de estanqueidad a través de las paredes 1 y están soldados fuera de la pared a una viga transversal 18. En la otra cara de la pared 1 se encuentra fijada una ménsula 19 a una distancia debajo de la



viga transversal 18 tal que queda amplio espacio para un
vibrador eléctrico 20 unido tanto a la viga 18 como a la
ménsula 19. Cuando se aplica corriente al vibrador, origi-
na que tanto la viga como la placa 5 vibren como se desea.

5 Si se aplica vibración, evidentemente podrán ser vi-
bradas todas o la mayor parte de las placas, estando pro-
vista cada una de un vibrador independiente tal como el que
se ha representado en 20.

10 Tal como se ve en la figura 2, la dimensión transver-
sal principal del cambiador de calor está en el plano per-
pendicular al del papel. Esto asegura un rendimiento consi-
derable del cambiador de calor para una altura y un ancho
en la dirección paralela al plano del papel dados.

15 El ciclón 9 puede estar alojado dentro del cambiador
de calor, inmediatamente debajo de la placa de techo 3. En
este caso, el tubo 9 se encuentra sustituido por una abe-
ertura en el costado del ciclón.

20 En el aparato representado en la figura 3 se ha pre-
visto un precipitador de polvo 21 del tipo eléctrico, que
está conectado al cambiador de calor por medio de la tube-
ría 22, saliendo el gas del precipitador a través del tubo
23. En el piso del precipitador hay un transportador de
25 tornillo sin fin 24, con dos tramos de mano opuesta. Estos
tramos transportan el polvo precipitado hacia un tubo 25
que se encuentra en la parte central del transportador, de-
volviendo este tubo 25 las partículas precipitadas al cam-
biador de calor. El transportador de tornillo sin fin ac-
túa también como cierre de estanqueidad y hace por lo tan-
to innecesario el empleo de una válvula de compuerta gira-
30 toria o de algo equivalente para evitar la entrada de gas



dentro del precipitador por el tubo de descarga 25.

5 El material fresco para ser tratado es suministrado al cambiador de calor a través de un tubo 26 que contiene una válvula de compuerta rotatoria 27. El material en polvo precalentado abandona el cambiador de calor a través de un tubo 28 controlado por medio de una válvula de disco 29.

10 El cambiador de calor de la figura 3 difiere del de la figura 1 en que las cámaras 30 están definidas por tabiques horizontales 31, cada uno de los cuales tiene una abertura 31, estando desplazadas lateralmente las aberturas sucesivas. El gas penetra por el tubo 33, y al igual que antes, la trayectoria del gas está representada por flechas. Sobre los tabiques 31 se forman depósitos de partículas con superficies inclinadas hacia las aberturas 32, tal como se indica en 34, lo que permite un movimiento de deslizamiento hacia abajo adecuado, si bien los tabiques inclinados de la figura 1 facilitan mucho más este deslizamiento hacia abajo.

15 20 Aunque la sección transversal de la columna es preferentemente cuadrada, tal como se representa en la figura 4, también puede ser circular como se ve en la figura 5.

25 En la figura 6 únicamente se muestran las paredes 35 de un cambiador de calor y cuatro tabiques 36. Estos tabiques se parecen a las placas representadas en la figura 1 en que están inclinadas hacia abajo alternativamente de izquierda a derecha y viceversa, pero tienen una curvatura hiperbólica de manera que la pendiente aumenta hacia el extremo libre de cada placa, para evitar que las partículas se queden en los extremos de las placas. La incli-



nación principal es la misma para todos los tabiques.

La figura 7 representa un cambiador de calor 37 utilizado como precalentador para crudo de cemento molido que puede tener una dimensión media de partícula de 30 micras y que a continuación es calcinado a clinker de cemento en un horno giratorio, del cual sólo se ha representado la parte superior 38. Como es usual, el horno está provisto de aros de impulsión, de los cuales se ha dibujado en la figura el de posición más alta 39. Este aro descansa sobre una pareja de rodillos (no representados) montados sobre una base 40. El horno tiene una boca troncocónica 41 que penetra en una abertura circular en la parte inferior del precalentador. Puesto que el horno gira y el precalentador es fijo, se ha previsto una junta de cierre 42 para asegurar que no es aspirado aire inadecuado. El precalentador está soportado por pilares 43 y tiene un techo plano 44 y un fondo inclinado 45, cuyo extremo inferior tiene forma de canal, tal como se representa en 46, y penetra dentro de la boca 41 del horno. El crudo de cemento a ser precalentado se almacena en una tolva 47 y es descargado de una manera continua a través de un transportador de tornillo sin fin 48 y un tubo 49 a la cabeza del precalentador, y el crudo molido precalentado entra finalmente por la boca del horno.

Los gases de escape del horno pasan por la boca 41 del horno a la parte inferior del precalentador y la abandonan al final por su extremo superior a través de una tubería 50, entrando tangencialmente en un ciclón 51, en el cual son precipitadas las partículas arrastradas por el gas. El gas abandona el ciclón por el tubo 52 y pasa a un

86267



filtro electroestático de polvo 53, en el cual son sepa-
radas las partículas finísimas que aún puedan estar suspen-
didas en el gas y que serán tan finas que pueden ser consi-
deradas como polvo. Por el tubo 54 el gas limpio es diri-
5 gido del filtro a un ventilador 55, que produce el tiro
para la circulación a través del horno, el precalentador,
el ciclón y el filtro. El lado de salida del ventilador
da a una chimenea 56.

10 El crudo molido precipitado en el ciclón 51 abandona
éste por gravedad a través de un tubo 57 que conduce al
techo del precalentador 37. Una válvula de compuerta gi-
ratoria 58 está intercalada en el tubo 57, proporcionando
el transportador de tornillo sin fin 48 el cierre neces-
ario en el tubo 49.

15 El polvo precipitado en el filtro 53 es recogido por
un transportador de tornillo sin fin 59, que lo introduce
en un tubo 60 que conduce al techo del precalentador 37.

20 El cambiador de calor 37 representado en la figura 7
difiere del que se ha representado en las figuras anterio-
res en que contiene placas o tabiques 61, dispuestas en
parejas con una abertura central 62 entre los dos tabiques
de cada pareja. El lector pensará que el gas ascendería
sustancialmente en línea recta a través de las aberturas
centrales sin entrar en las cámaras 63 definidas por los
25 tabiques 61, pero con tal de que la distancia entre las
parejas adyacentes de tabiques 61, es decir, la altura de
cada cámara, sea bastante grande, resulta que el gas que
ha pasado a través de una abertura se desparrama rápida-
mente en corrientes individuales. Una corriente central
30 podrá pasar directa por el siguiente orificio, pero la ma-



5 yor parte del gas y en particular todas las corrientes laterales fluirán en trayectorias circulares dentro de las cámaras, tal como se ha representado por medio de flechas. Una ventaja especial de esta construcción reside en que en cada cámara la trayectoria del gas que está en contacto con el material precipitado que está deslizando hacia abajo sobre los tabiques, tiene la misma dirección y sentido que la de este material, mientras que en los cambiadores de calor representados en las figuras 1 y 6 el gas tiende a moverse en sentido opuesto que las partículas precipitadas, con el resultado de que éstas encuentran una resistencia sustancial en su movimiento hacia la abertura inferior de la cámara.

15 Se observará que aún en la cámara de transición formada entre la pareja más baja de tabiques 61 y la boca del horno hay movimiento circulatorio del gas.

20 Para distribuir el material que entra, de modo adecuado dentro de la corriente de gas, se ha previsto en la parte superior del cambiador de calor un dispositivo de distribución 64.

25 Los tabiques que limitan las cámaras pueden estar dispuestos también, con ventaja, de la manera representada esquemáticamente en 65 de la figura 8. El borde inferior de cada tabiques 65 divide la corriente de gas en dos corrientes menores, una de las cuales es vuelta a dividir en otras dos corrientes por el canto del tabique siguiente, y así sucesivamente.

30 Las figuras 9 y 10 muestran un cambiador de calor particularmente adecuado para ser empleado con grandes hornos giratorios. Este cambiador de calor comprende una carcasa



cilíndrica exterior 66 con un techo cónico 67 y un fondo
 cónico 68. Dentro de la carcasa 66 hay un cilindro inte-
 rior 69 con un techo cónico 96, de manera que el espacio
 disponible para la corriente ascendente de gas es anular.
 Este espacio está dividido en cámaras 70 por medio de ta-
 biques troncocónicos 71, que se extienden hacia adentro
 desde la carcasa exterior 66 y 72, que se extienden hacia
 afuera desde el cilindro central 69.

El gas penetra tangencialmente a través de un tubo 73
 y asciende helicoidalmente en el espacio anular, penetran-
 do al mismo tiempo, y tomando movimiento circulatorio, en
 las distintas cámaras 70. El material a ser tratado entra
 a través de un tubo 74 para chocar sobre el techo 96 del
 cilindro 61, y al final sale por un tubo 75 en el fondo,
 cerrado por medio de una compuerta con contrapeso 76.

El cambiador de calor representado en las figuras 9
 y 10 tiene la ventaja de que las partículas están distri-
 buídas uniformemente a través de la sección transversal,
 y por lo tanto sobre el área de cada ranura anular 77 en-
 tre los tabiques 71 y 72, y ello debido al movimiento ge-
 neral helicoidal del gas, que estará distribuido también
 de un modo sustancialmente uniforme sobre cada ranura anu-
 lar 77.

Otra manera de construir un cambiador de calor de gran
 capacidad se ilustra en la figura 11, en la cual dos cam-
 biadores de calor del tipo representado en la figura 7 es-
 tán puestos de hecho uno al lado del otro para proporcionar
 doble capacidad. Como se ha representado, hay dos cambiado-
 res de calor 78 con una pared común 79. Puesto que en cada
 uno el gas tiende a tomar la trayectoria indicada por las

286267



flechas, se comprenderá que el tabique común 79^A puede ser suprimido, y en este caso las cámaras sucesivas que tienen la forma quebrada representada, comunicarán entre sí por dos aberturas.

5 La velocidad del gas que está pasando por una abertura entre dos cámaras sucesivas puede variar entre, por ejemplo, 4,5 y 15,3 metros por segundo. La cantidad de polvo arrastrado por el gas y sacado finalmente por él del cambiador de calor depende en alto grado de esta velocidad. Si la velocidad se encuentra en el margen comprendido, por ejemplo, entre 4,5 y 7,6 m/seg., la cantidad de polvo sacado del precalentador puede ascender a no más de 8 a 10 % de las partículas frescas que se han introducido en él y puede ser perfectamente posible prescindir del
10 todo de filtros de polvo y también eliminar el aparato necesario para devolver este polvo al precalentador. En el margen de velocidades comprendido entre, por ejemplo, 7,6 y 10,7 m/seg., pueden arrastrarse fuera del precalentador partículas a un caudal equivalente a alrededor del
15 30 % de lo suministrado, y en tal caso, desde luego, habrá que prever algo para recoger el polvo.

 Cuando no sea necesario un filtro de polvo separado para recoger éste, el cambiador de calor puede tener una zona de cabeza ensanchada, de altura importante 80, sin
25 ningún tabique en ella, como se indica en la figura 12. El material a ser calentado se introduce en esta zona de cabeza 80 por una tubería 81 controlada por medio de una válvula 82 y fluye hacia abajo a través de la zona 80 y el resto del cambiador de calor, que está dividido en cámaras 83 por tabiques 84 del tipo representado en la fi-
30



5
10
15
20
25
30

gura 1. Se ha encontrado que en la zona de cabeza profunda y ancha 80 tiene lugar algo de precipitación de partículas a causa del movimiento turbulento del gas, cuya velocidad es mayor que la correspondiente a corriente laminar, y consecuentemente las partículas tienden a formar nubes que se estabilizan como conjunto en la zona 80, en particular cerca de las paredes. Evidentemente, el empleo de tal cambiador de calor presenta la desventaja de que parte del material se pierde y de que tiene que haber alguna contaminación de la atmósfera, si bien esto puede no ser de importancia.

15
20
25
30

La figura 13 representa un horno giratorio 85 y un precalentador 86 que comprende una chimenea con forma quebrada. En los lugares de cambio de dirección 87 de esta chimenea se cambia también la dirección de la corriente gaseosa, con el resultado de que existe algún movimiento circulatorio y precipitación de partículas. La parte superior de esta chimenea 86 penetra en un separador de tipo ciclón 83 que encierra una toma de gas 89 que se extiende hacia abajo dentro del separador más allá de la entrada precedente de la chimenea 86, de manera que el gas que entra es obligado a arremolinarse alrededor de la toma 89 y las partículas son precipitadas en el separador, del cual fluyen a través de un tubo 90 controlado por una válvula 91 a la chimenea 86. El material fresco a ser tratado se ha representado como siendo suministrado por medio de un transportador de tornillo sin fin 92 a través de un tubo 93 controlado por medio de una válvula 94.

30

Las cámaras de los distintos cambiadores de calor representados tienen que ser limpiadas de vez en cuando, y



para ello se prevén puertas para acceso para limpieza 95,
como se ha indicado en algunas de las figuras.

5 Pueden preverse medios para suministrar crudo molido
directamente al horno, en lugar de pasar a través del cam-
biador de calor.

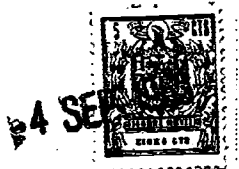
Cualquiera de las tuberías que suministran partícu-
las a la chimenea puede entrar en ésta por la cámara que
se encuentra debajo de la cámara superior, o hasta por la
siguiente más baja.

10 Se expondrá ahora un ejemplo. Se empleó un cambiador
de calor similar al representado en la figura 1, a excep-
ción de que la chimenea tenía sección transversal circu-
lar en lugar de rectangular. La chimenea tenía una altura
de 5040 mm y un diámetro interior de 764 mm. El área de
15 las aberturas entre cámaras individuales era aproximada-
mente 15 % del área transversal total de la chimenea. La
inclinación de todas las placas de separación era de 60°.

Se introdujo en la chimenea gas a una temperatura de
alrededor de 1000° C y a una velocidad tal que su veloci-
20 dad a través de las aberturas resultó ser aproximadamente
10 m/seg. Este gas abandonaba la chimenea a una temperatu-
ra de unos 250° C. Crudo de cemento molido con una dimen-
sión media de partícula de 20 micras se introdujo por el
techo de la chimenea a temperatura ambiente a razón de
25 1000 kg. por hora y, después de que el cambiador de calor
había estado funcionando durante corto rato, fué extraído
del fondo de la chimenea a temperatura de 750° C y a razón
de 940 kg. por hora.

La velocidad de caída libre de las partículas de cru-
30 do de cemento molido era aproximadamente 25 mm/seg., lo

280237



cual es evidentemente un valor muy pequeño comparado con la velocidad de 10 m/seg., con la cual pasa el gas a través de las aberturas.

5 La pérdida de 60 kg/hora de crudo de cemento molido puede achacarse en parte al hecho de que parte del crudo molido ha abandonado el ciclón con los gases de escape por el tubo 10, y en parte al hecho de que algo del crudo molido ha sido calcinado durante el calentamiento, es decir, de que ha sido expulsado dióxido de carbono con la consi-
10 guiente pérdida de peso.

Esta solicitud que corresponde a la presentada en Gran Bretaña el 22 de marzo de 1962, bajo el n° 11.023/62 provisional, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

15

- N O T A -

20 Los puntos de invención propia y nueva que se presentan para que sean objeto de esta Patente de Invención en España, por VEINTE años, son los siguientes:

25 I.- Un método de provocar intercambio de calor entre partículas muy finas y un gas, en el cual las partículas se mueven principalmente en contra-corriente a través de una corriente de gas dirigido en esencia hacia arriba cuya
30 velocidad es mayor que la velocidad de sedimentación libre de las partículas y que, por consiguiente, arrastra algunas o todas las partículas, siendo provocado el movimiento hacia abajo de las partículas haciendo que el gas fluya en trayectos circulatorios en cada uno de los cuales algunas

286267



de las partículas arrastradas son precipitadas del gas formando agregados y se mueven como tales en contracorriente al gas.

5 2.- Un método de provocar un intercambio de calor entre partículas muy finas y un gas que comprende suministrar las partículas a una cámara superior de una pluralidad de cámaras dispuestas una encima de la otra y comunicando cada una con la siguiente solamente por medio de una
10 abertura ó de aberturas de superficie total de sección transversal que es pequeña en relación con la de la cámara de encima, hacer pasar el gas hacia arriba a través de las cámaras a una velocidad que es mayor que la velocidad de sedimentación libre de las partículas, siendo tal la construcción de las cámaras que el gas es obligado a fluir en
15 cada cámara en un trayecto circulatorio en el cual algunas de las partículas arrastradas por el gas son precipitadas de él formando agregados que bajan dentro de la cámara de debajo en contracorriente con el gas, abandonando el gas, con algunas partículas arrastradas la cámara más superior.

20 3.- Un método según el punto 2 en el cual hay una sola abertura entre cámaras sucesivas.

 4.- Un método según los puntos 2 ó 3, en el cual las partículas arrastradas que salen de la cámara superior son separadas del gas y devueltas a la cámara superior o a una
25 cámara superior para mezclarse con partículas nuevas.

 5.- Un método según el punto 4, en el cual la cantidad de las partículas arrastradas y devueltas es de 2 a 4 veces la de las partículas nuevas.

 6.- Un método según cualquiera de los puntos anteriores aplicado al calentamiento de un material que ha de
30

286267



seguir calentándose luego en un horno, en el cual el gas es el gas residual del horno.

5 7.- Un método de calentar harina en bruto de cemento suministrada a un horno rotativo, que comprende suministrar las partículas de harina a una cámara superior de una serie de cámaras dispuestas una encima de otra y comunicando cada una con la siguiente solo por medio de una única abertura cuya superficie de sección transversal es pequeña en relación con la de la cámara de encima, hacer subir gas caliente desde el horno a través de las cámaras a una velocidad que es mayor que la velocidad de sedimentación libre de las partículas, siendo tal la construcción de la cámara que el gas es obligado a fluir en cada cámara en un trayecto circulatorio en el cual algunas de las partículas arrastradas por el gas son precipitadas desde él en agregados que pasan hacia abajo a la cámara de debajo en contracorriente con el gas, retirar el gas con partículas arrastradas desde la cámara superior, separar partículas arrastradas en el gas y devolverlas a la cámara superior o a una cámara superior y suministrar partículas desde la cámara inferior al horno, siendo la cantidad de partículas separadas y devueltas por lo menos doble de la de las partículas no tratadas alimentadas a las cámaras.

15 8.- Un método según cualquiera de los puntos 3 a 7 en el cual las cámaras son parte de una cuba vertical y están separadas entre sí por tabiques que definen las aberturas.

20 9.- Un método según el punto 8, en el cual las aberturas de cámaras sucesivas están lateralmente desplazadas entre sí.

286267



10.- Un método según el punto 8, ó el punto 9, en el cual cada tabique se inclina hacia abajo en dirección a la abertura definida por él.

5 11.- Un método según cualquiera de los puntos 8 a 10, en el cual por lo menos algunos de los tabiques son hechos vibrar.

10 12.- Un método según cualquiera de los puntos 2 a 11, en el cual, en su movimiento circulatorio en cada cámara, el gas se mueve concurrentemente con el material precipitado hacia la abertura de descarga.

15 13.- Un método según el punto 1, realizado en una cuba que es vertical o se extiende en una dirección en general vertical, siendo introducidas las partículas por la parte alta y el gas por el fondo, estando la cuba formada de manera que el gas, al subir, debe sufrir cambios repetidos de dirección de flujo con precipitación consiguiente de las partículas arrastradas.

20 14.- Un método de provocar un intercambio de calor entre partículas muy finas y un gas.

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 veinte y tres hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, -4 SEP. 1963

P. A.

286267
Alfonso de Eizaburu
Por Poder

A.F.A.



286267

Fig 1

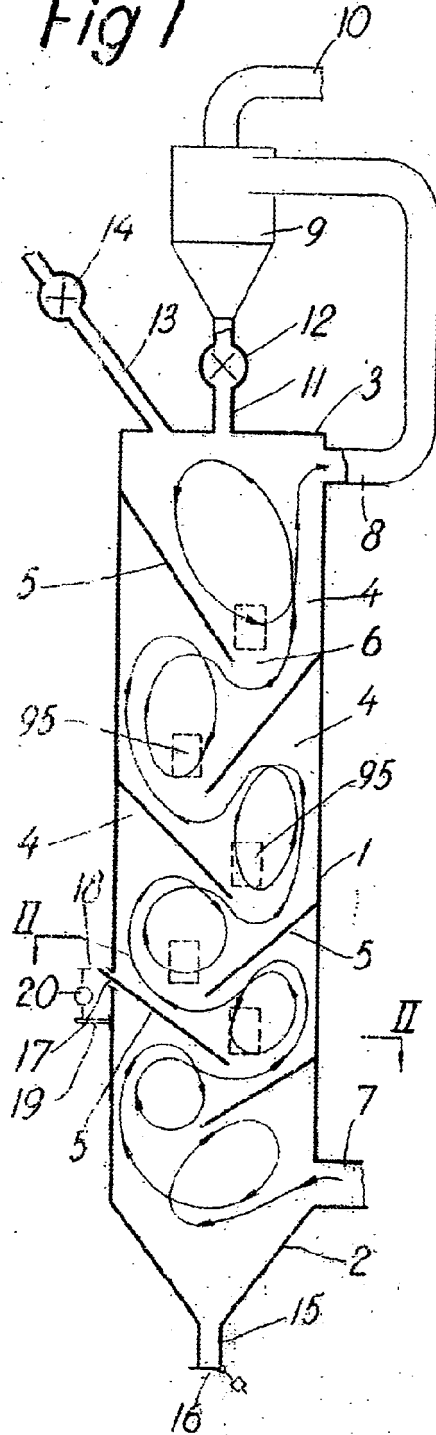
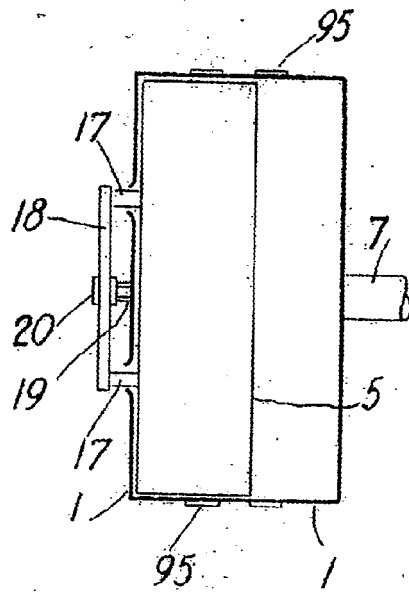


Fig 2



[Handwritten signature]
P.L. SHILLEN & CO. A/S



286267 Fig. 6

Fig. 3.

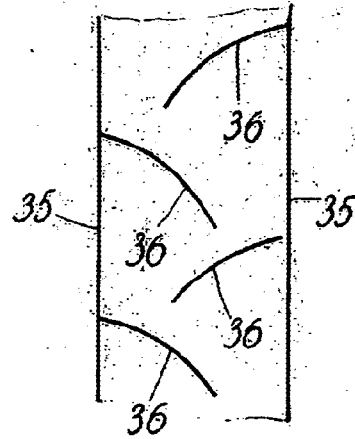
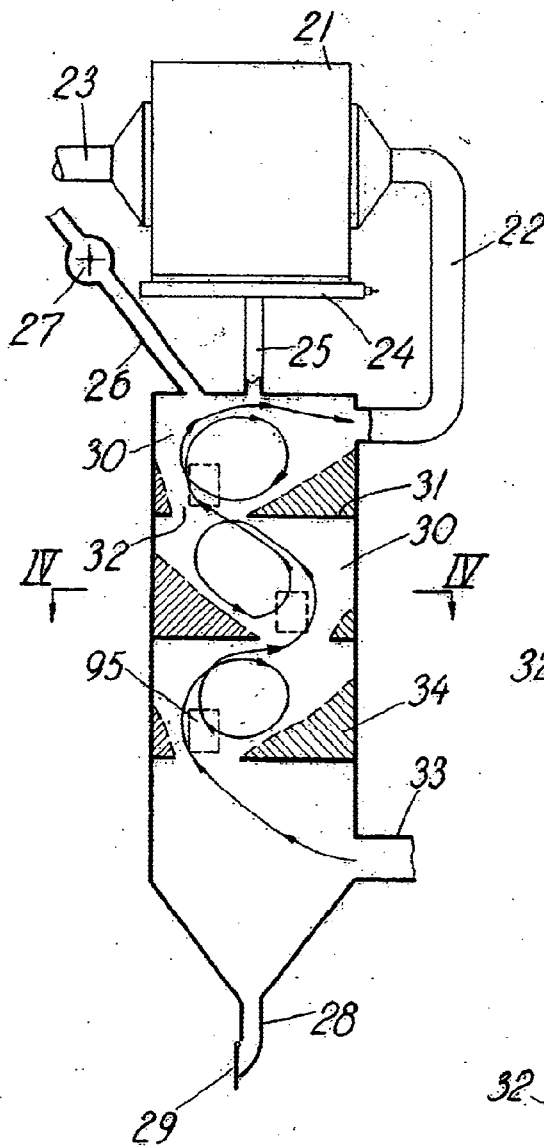


Fig. 4.

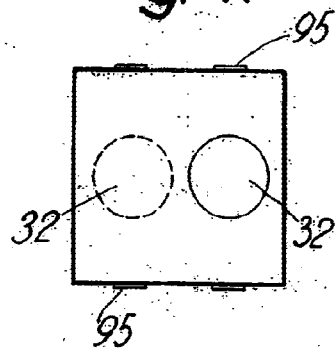
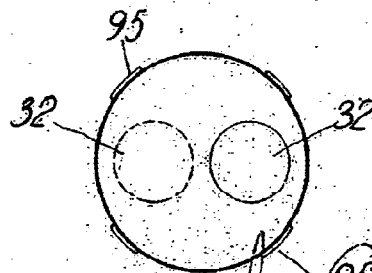


Fig. 5.



95
F.L. SMITH & CO.
S/S II/V



295267

Fig. 7.

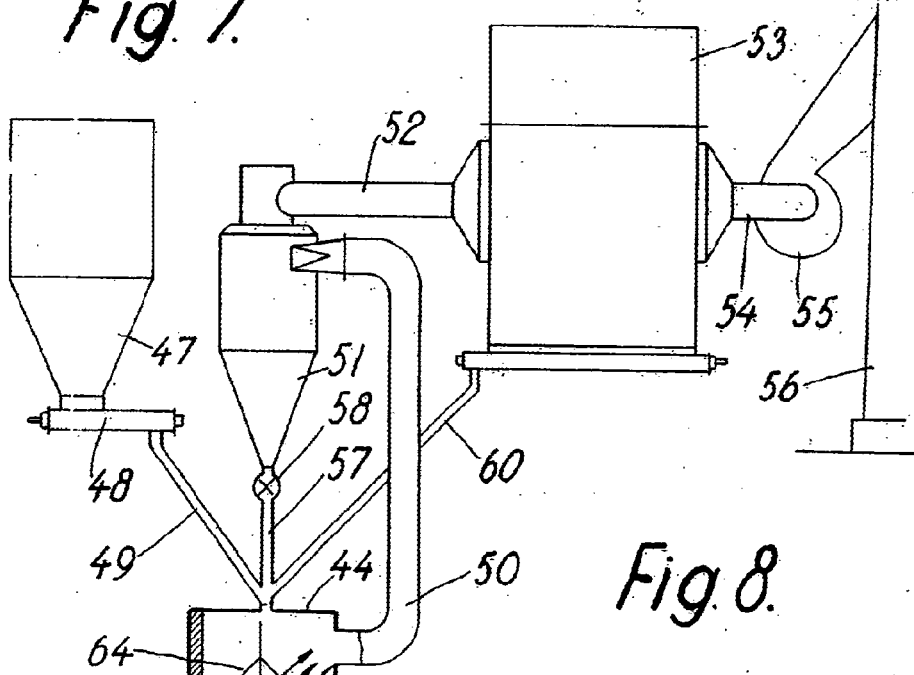
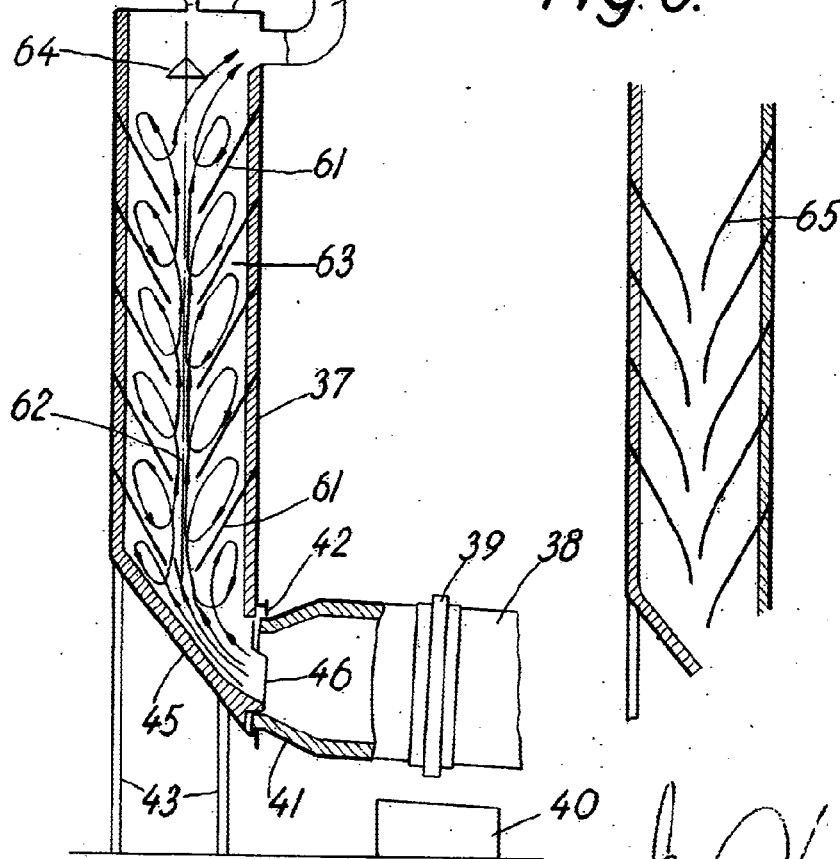


Fig. 8.



Arquitecto de Engenharia
Luis G. Smith

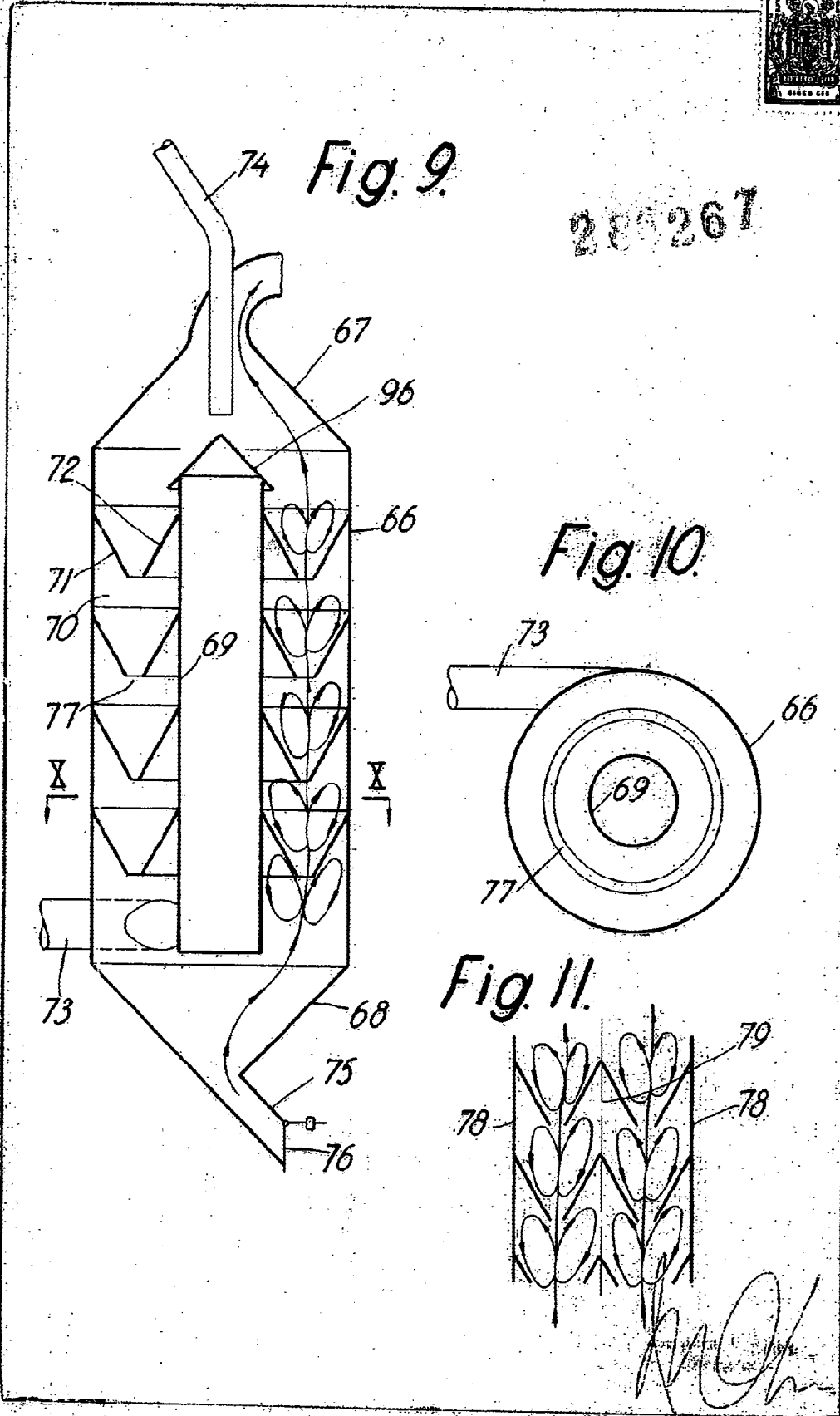
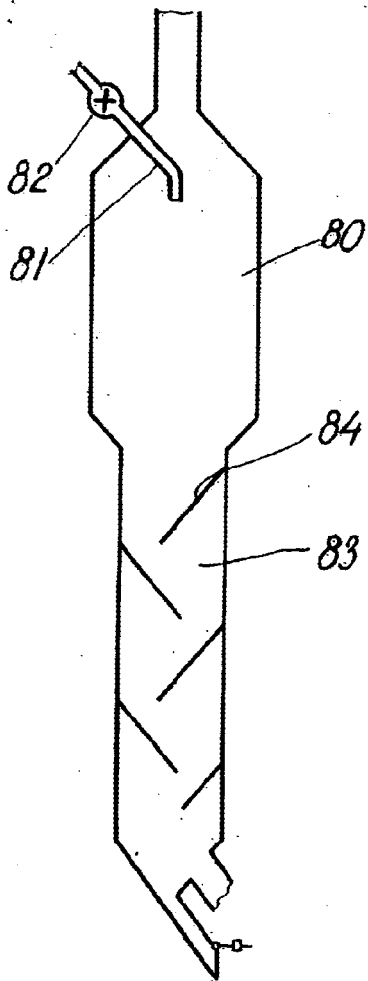


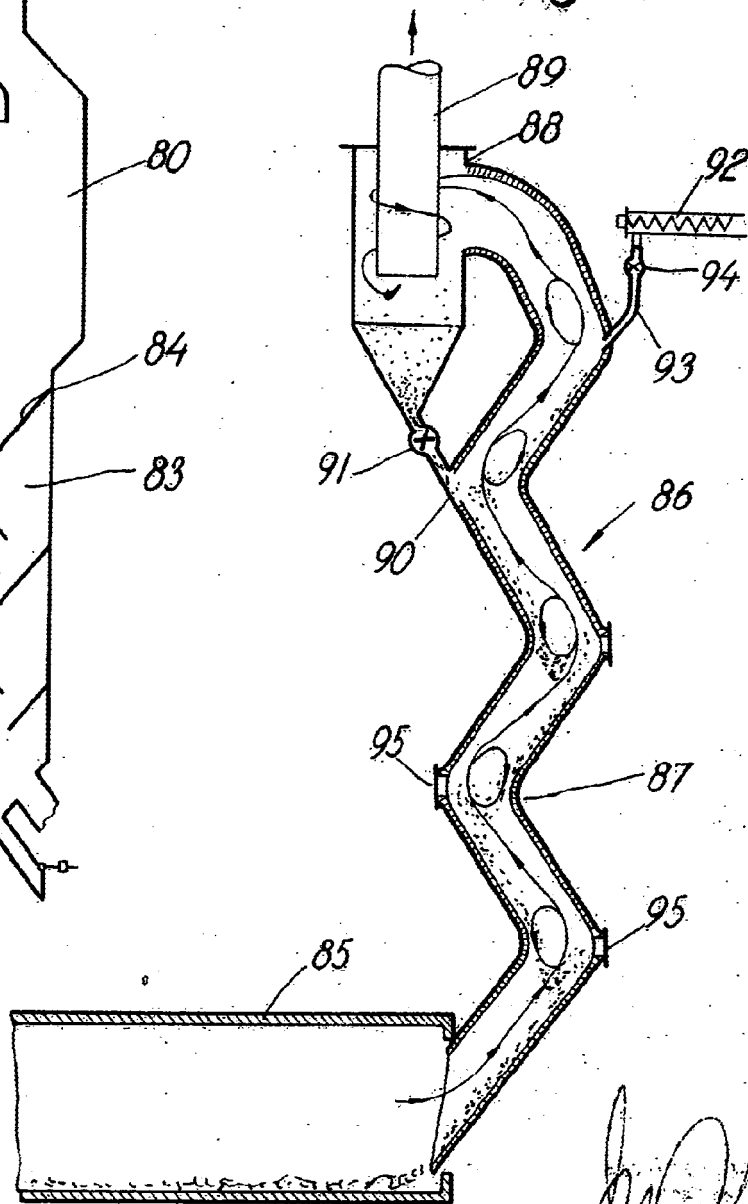


Fig. 12



286267

Fig. 13



[Handwritten signature]