

P.- 36.851

Docket 51-SP

347519

**Memoria descriptiva**



10 MAR 1969

para solicitar PATENTE DE INVENCION

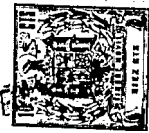
por 20 años

a nombre de FULLER COMPANY

entidad / ~~de nacionalidad~~ norteamericana

con domicilio en 124 Bridge Street, Catasauqua, Pensilvania,  
Estados Unidos de América

por: "UN METODO DE DETERMINAR EL AREA SUPERFICIAL DE UN MA-  
TERIAL SOLIDO FINAMENTE DIVIDIDO", (Clase Internacional  
G01b)



Este invento se refiere a una nueva técnica para preparar y ensayar una muestra de material sólido triturado para determinar la finura del material. Más concretamente, se refiere a un aparato y a métodos mejorados en los que se hace uso de la relación conocida entre la permeabilidad a los fluidos de una muestra de material en polvo y el tamaño de las partículas del material.

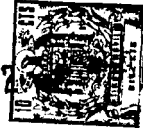
Los ensayos de permeabilidad a los fluidos para determinar el tamaño de partículas de un material sólido en polvo están basados sobre el principio de que la resistencia al flujo de un fluido a través de la muestra es función de, entre otras variables, el área superficial total de la muestra. Cuando se eliminan esas otras variables, o se normalizan, la medida de la permeabilidad está en relación directa con el área superficial de la muestra. La medida del área superficial puede convertirse fácilmente, mediante un sencillo cálculo, en tamaño de partículas con tal que la densidad, el tamaño y la forma de la muestra sean conocidos o al menos constantes para cada muestra.

Más concretamente, los ensayos de permeabilidad están basados en la siguiente relación matemática, conocida como la ecuación de Kozeny - Carman:

$$S^2 = \frac{g c}{\mu v K} \frac{\Delta p}{L} \frac{E^3}{(1 - e)^2}$$

donde

- S = área superficial
- gc = constante de la gravedad
- $\mu$  = viscosidad del fluido
- K = coeficiente de forma de la muestra



L = longitud de la muestra

$\epsilon$  = porosidad de la muestra, porcentaje de volumen de huecos por unidad del volumen total

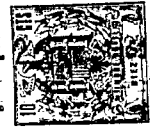
5  $\Delta p$  = diferencia de presiones de fluido a través de la muestra.

v = velocidad del fluido a través de la muestra

$\rho$  = densidad del material de la muestra.

10 Para cualquier serie particular de ensayos sobre la misma clase de material, a la misma temperatura y con el mismo instrumento de medida de la permeabilidad, K,  $\rho$  y  $\mu$  puede suponerse que son constantes, quedando así cuatro variables, L,  $\epsilon$ ,  $\Delta p$  y v. Es práctica usual preparar una muestra pesando un peso normalizado predeterminado del material en polvo y densificándolo hasta un volumen predeterminado de forma normalizada antes de someterlo a un ensayo de permeabilidad. Usualmente, también en el instrumento de ensayo de la permeabilidad se emplea un sólo gas bajo condiciones normalizadas para cada muestra. Para cada ensayo, por lo tanto, son constantes los valores de  $\mu$ , K, L,  $\rho$ , y  $\epsilon$ . Esto deja el área superficial, S, como una función directa de la diferencia de presiones y de la velocidad del flujo de gas que el instrumento de ensayo está diseñado para medir. Cuando el instrumento ha sido calibrado con una muestra normalizada de área superficial conocida, la medida de la permeabilidad de una muestra de área superficial desconocida puede leerse directamente en unidades de área superficial.

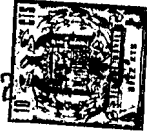
25  
30 La medida real de la permeabilidad, o la resis-



tencia al flujo de gas a través de la muestra bajo la influencia de un gradiente de presiones, se hace en la práctica de cualquiera de varias formas diferentes. Por ejemplo, puede medirse la permeabilidad aplicando una diferencia de presiones inicial a través de la muestra y midiendo el tiempo requerido para que la diferencia de presiones se reduzca en un valor predeterminado. Alternativamente, puede establecerse un flujo de gas constante a través de la muestra y medirse la diferencia de presiones a través de la muestra. Alternativamente, puede aplicarse una diferencia de presiones fija a través de la muestra y medirse el caudal del flujo de gas a través de la muestra. En cada caso, las medidas de tiempo, de presión o de flujo son indicaciones del área superficial y pueden convertirse en tamaño real de las partículas después de haber sido calibrado el instrumento de una manera conocida.

Las medidas reales de la permeabilidad a los gases que se han estudiado brevemente en lo que antecede, son apropiadas para ensayo manual, debido a que las medidas reales pueden referirse directamente al área superficial sin emplear equipo de tratamiento de datos. No obstante, la técnica general, que incluye una operación crítica de pesada, no se presta de por sí bien a la automatización del equipo de molienda u otro equipo de tratamiento, debido a las muchas operaciones implicadas y al costoso y sensible equipo de pesada que se requiere.

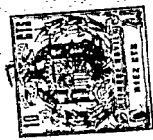
El objeto principal del presente invento es proporcionar una técnica basada en la permeabilidad a los gases para medir el área superficial de materiales en polvo, incluyendo tanto el método como el aparato, en que



se conservan las ventajas operativas de las técnicas conocidas para medir la permeabilidad, a la vez que está bien adaptada para el funcionamiento automatizado y para ser fácilmente incorporada en un circuito cerrado de control para una operación de trituración u otro procedimiento.

Otro objeto del presente invento es proporcionar un método y un aparato para medir el tamaño de partículas de materiales en polvo, con los cuales se logran las ventajas de sencillez y economía, eliminando la pesada de la muestra de material antes del ensayo.

Un objeto más específico es el de eliminar la operación de pesada al preparar una muestra para ensayar con técnicas conocidas de determinación de la permeabilidad, densificando una parte del material hasta conseguir una porosidad o densidad normalizada, y ajustando luego el tamaño de la masa densificada para obtener una muestra de peso y volumen normalizados. De acuerdo con los principios del presente invento, la medida del tamaño de las partículas se efectúa obteniendo una muestra no pesada del material en polvo a ser ensayado, densificando la muestra no pesada a una forma que tiene una sección transversal normalizada, continuando la densificación hasta que la muestra alcanza una porosidad o una densidad normalizadas, retirando una parte longitudinal de la muestra para reducir la dimensión longitudinal de la muestra a una longitud normalizada, y midiendo luego la permeabilidad de la muestra en dirección longitudinal por una técnica conocida. De la ecuación de Kozeny - Carman, se verá que, en esas condiciones, las únicas variables son la diferencia



de presiones y la velocidad del aire. Como ya se ha descrito, se dispone de equipo usual para medir esas variables en términos de área superficial.

5 En la descripción detallada de una realización preferida del invento que sigue, la densificación del material en polvo hasta una porosidad o una densidad determinadas, se efectúa colocando una muestra de peso desconocido del material en un tubo vertical o similar y sometiendo a vibración al material, o al tubo, o a uno y  
10 otro, durante un período de tiempo, a la vez que se mide la capacitancia eléctrica de la muestra. Cuando la medida de la capacitancia alcanza un valor predeterminado, se interrumpen las vibraciones, y se corta entonces la parte extrema superior de la muestra densificada a una distancia  
15 predeterminada del extremo inferior. Para un material dado, la muestra resultante tiene un peso, un volumen, una forma y una longitud normalizados, exactamente igual que si hubiese sido preparada por el método usual de pesar primero un peso normalizado del material en polvo y densificarlo luego hasta un volumen normalizado. A continuación se somete la muestra a un ensayo de permeabilidad a los gases usual, para obtener un tamaño de partículas  
20 del material.

25 El valor real de la medida de la capacitancia es función de la compacidad o de la porosidad de la muestra, y de la constante dieléctrica del material que está siendo ensayado. En consecuencia, para un material dado las medidas de permeabilidad a los gases constituyen una medida directa del área superficial después que el instrumento ha sido calibrado para este material. Las medi-  
30



das de permeabilidad a los gases para un material de constante dieléctrica diferente se leerán directamente en unidades de área superficial sólo después que el instrumento haya sido calibrado para el nuevo material.

5 Se comprenderá que la operación de densificación y la medición de la porosidad pueden ser llevadas a cabo por medios que no sean los ilustrados, y que el éxito del método del invento no depende del aparato específico ilustrado en los dibujos.

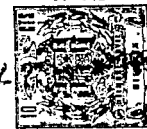
10 En los dibujos:

La Fig. 1 es una vista en corte vertical, parcialmente esquemática, de una máquina para conformar y retener una muestra, y que realiza los principios del presente invento;

15 La Fig. 2 es una vista esquemática del circuito neumático de la máquina de la Fig. 1; y

La Fig. 3 es una vista esquemática del circuito de condensador de la máquina de la Fig. 1.

20 En la Fig. 1 se ilustra, parcialmente en forma esquemática, un muestreador 10 el cual, juntamente con los circuitos neumático y eléctrico de las Figs. 2 y 3, mide la permeabilidad de un material en polvo por las técnicas del presente invento. En la práctica, los componentes mecánicos del muestreador 10 y todos los componentes auxiliares estarán dispuestos normalmente en un solo alojamiento (no representado) de modo que constituyan una sola unidad independiente capaz de efectuar medidas de permeabilidad cuando se conecta a una fuente del material en polvo a ser ensayado. Esos componentes auxiliares incluyen un circuito 30 neumático 12 para medir la permeabilidad de una muestra



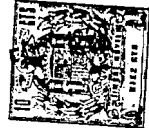
5 en el muestreador 10, un circuito de control neumático  
14 para hacer funcionar al muestreador 10 y un circuito  
de condensador 16 para medir la densidad de una muestra  
en el muestreador 10. Para simplicidad de ilustración, se  
han omitido los detalles de los circuitos 14 y 16 en la  
Fig. 1 y solamente se han representado esquemáticamente  
en las Figs. 2 y 3. Los componentes del circuito 12 de me-  
dición de la permeabilidad no se han ilustrado por cuan-  
to el circuito puede ser de cualquier construcción conoci-  
da adecuada para medir la resistencia al flujo del gas a  
10 través de una muestra de material. En la realización ilus-  
trada, se considera que el instrumento 12 es del tipo que  
incluye uno o más reguladores de presión y tuberías para  
lograr una diferencia de presiones de aire constante a  
través de una muestra en el muestreador 10, y un aforador  
15 o medidor de flujo sensible, para medir el caudal de flu-  
jo de aire a través de la muestra.

El componente principal del muestreador 10 es  
un tubo 18 de muestra cilíndrico vertical el cual está  
20 adaptado para recibir el material en polvo a ser ensaya-  
do, para conformar el material en una muestra de ensayo y  
para retener la muestra durante un ensayo. Convenientemente,  
el tubo 18 se construye de un material dieléctri-  
co capaz de soportar temperaturas hasta de 104°C sin de-  
formación. Ménsulas 20 separadas verticalmente entre sí,  
25 que están fijadas a la superficie interior de un alojamiento  
22, soportan el tubo en su posición operante. Entre el  
tubo 18 y las superficies de sujeción de las ménsulas 20  
hay provistas almohadillas 24 de aislamiento de las vi-  
braciones, de caucho o de un material similar. El tubo 18  
30



5 está adaptado para retener una muestra de material de ensayo sobre una placa porosa 26, la cual impide el paso hacia abajo del material de ensayo al tiempo que permite el flujo de gas hacia arriba. La placa porosa 26 es mantenida en posición por estar sujeta entre el extremo inferior del tubo 18 y una pieza extrema rebordeada hueca 28 la cuál está unida al tubo 18 con pernos 30. Un filtro de bronce sinterizado de 1,59 mm. de grueso que tiene un tamaño de poros de 51-128, es adecuado como material para la placa 26.

10 La pieza extrema inferior 28 define un paso de aire para dirigir aire hacia arriba a través de la placa porosa 26 y al tubo 18 de muestra. Dentro de la pieza extrema 28 es entregado aire lateralmente a través de una conducción 32 bajo el control del circuito 12 de medición de la permeabilidad o del circuito 14 de control neumático, como se ha ilustrado más detalladamente en la Fig. 2. Durante un ensayo de permeabilidad, el flujo de aire es controlado por el circuito 12. La muestra que hay en el tubo 18 será a continuación expulsada hacia arriba por un chorro de aire obtenido del circuito de control 14. Cualesquiera sólidos que pasen hacia abajo a través de la placa porosa 26 pueden ser eliminados a través de un paso vertical 34 en el extremo inferior de la pieza extrema 28. El paso 34 estará cerrado durante el ensayo por un émbolo 36 que es movable a aplicación con la pieza extrema 28 mediante un empujador neumático dispuesto verticalmente 38. La pérdida de aire de ensayo desde la pieza extrema 28 se impide mediante un aro 40 de obturación que está comprimido cuando el émbolo 36 se aplica a la



pieza extrema 28.

El material de ensayo en el tubo 18 es densificado antes de ensayar mediante un vibrador neumático 42 de construcción usual. Como se ha ilustrado, el vibrador 42 está unido mecánicamente a la pieza extrema inferior 28, de modo que las vibraciones son transmitidas a través de ese componente al tubo 18. Si se desea, por supuesto, puede unirse directamente el vibrador al tubo 18. Los dos lados opuestos del tubo 18, entre las ménsulas 20 están provistos, cada uno de ellos, de una armadura 44 de condensador separada que está conectada al circuito 16 de medición de la capacitancia. Ese circuito, como se describe más detenidamente con relación a la Fig. 3, mide la densidad del material de ensayo durante la densificación, en términos de la capacitancia del material de ensayo.

El extremo superior del tubo de muestra 18 está ajustado en una pieza extrema 46 que lleva una compuerta 48 de corte de muestra empleada para retirar una parte del material de ensayo del tubo de muestra 18 durante la preparación de una muestra de ensayo. El extremo superior de la pieza extrema 46 proporciona comunicación con un conducto 50 para conducir material de ensayo a y desde el tubo de muestra 18. La compuerta de corte 48 está construída en forma de un bloque que es deslizable entre dos posiciones limitadoras, dentro de un rebajo transversal 52 en la pieza extrema 46. En la posición de la derecha o abierta de la compuerta 48, ilustrada en la Fig. 1, un paso vertical 54 que hay en la compuerta está en alineación con el tubo de muestra 18, de modo que hay comunicación libre entre este último y el conducto 50. En la po-



sición de la izquierda o cerrada de la compuerta 48, el extremo superior del tubo de muestra 18 comunica solamente con una cavidad 56 en la superficie inferior de la compuerta 48, y se impide el paso de material de ensayo entre el conducto 50 y el tubo de muestra 18. La cara de la cavidad 56 está provista de una rejilla 58 que está enrasada con la superficie de la compuerta 48 con objeto de evitar que se eleve la columna de material de ensayo por el flujo de gas hacia arriba durante un ensayo. Un respiradero 60 que mira lateralmente se abre a través de la compuerta y permite que el gas para el ensayo pase a través de la cavidad al exterior del tubo de muestra 18.

La compuerta 48 está controlada por un empujador neumático de doble acción dispuesto horizontalmente 62 que tiene un vástago de pistón 64 conectado al extremo de la derecha de la compuerta. El empujador 62 está soportado sobre un alojamiento secundario 66 que rodea a la pieza extrema superior 46 y a la compuerta 48. Un fuelle protector 68 está unido a la compuerta 48 y al interior del alojamiento secundario 66 a fin de evitar la acumulación de material de ensayo suelto sobre el vástago de pistón 64.

Con objeto de reducir al mínimo las fugas de material de ensayo más allá de la compuerta 48 durante un ensayo, se ha provisto una junta elástica de aire que comprime un aro 70 dispuesto en la superficie superior de la compuerta 48 y en la superficie adyacente de la pieza extrema 46. El aro 70 está en una acanaladura en la pieza extrema 46 y es empujado contra la compuerta 48 por la presión de aire admitida a la acanaladura a través de pa-



5        sos 72 en la pieza extrema 46. Una conducción 74 de aire  
comprido alimenta aire a los pasos 72 desde el circuito  
neumático principal 14. El material de ensayo que entra  
en el alojamiento secundario 66 es retirado a través de  
un par de tubos 76 de limpieza que se extienden hacia aba-  
jo, los cuales terminan en extremos abiertos dispuestos por  
debajo del alojamiento principal 22. El aire de limpieza  
para obligar a desplazarse al material de ensayo a tra-  
vés de los tubos de descarga 76, es admitido periódica-  
10       mente al alojamiento secundario 66 por medio de una con-  
ducción 78 de aire comprimido procedente del circuito neu-  
mático principal 14.

15       En la Fig. 2 se ilustran esquemáticamente las  
partes principales de un sistema neumático adecuado para  
hacer funcionar las partes móviles del muestreador 10 y  
para medir la permeabilidad de una muestra retenida en el  
tubo de muestra 18. El aire comprimido para el circuito  
12 de medición de la permeabilidad y para el circuito 14  
de control se obtiene de una fuente 80 que proporciona ai-  
20       re filtrado. El aire filtrado pasa a través de una válvula  
82 y luego a conducciones 84 y 86 las cuales conducen a  
los circuitos 12 y 14, respectivamente. Un ramal 88 de la  
conducción 86 alimenta aire al empujador 62 de la compuer-  
ta de doble acción a través de una válvula 90 de cuatro  
25       vías. Un segundo ramal 92 de la conducción 86 alimenta  
aire al empujador 38 de émbolo de doble acción a través  
de una válvula 94 de cuatro vías, un tercer ramal 96 ali-  
menta aire al vibrador neumático 42 a través de una vál-  
vula 98. El ramal 92 alimenta además aire para expulsión  
30       de la muestra a través de una válvula 100 de tres vías,



22 FV

5 a la conducción 32, la cual conecta con el extremo inferior del tubo de muestra 18. Además, el ramal 92 alimenta también aire a la conducción 74 de la junta elástica, a la conducción 78 de limpieza y a una conducción 102 de  
10 limpieza de émbolo. Esta última está dispuesta para entregar un chorro de aire sobre la superficie superior del émbolo 36 para eliminar cualquier material de ensayo que se acumule sobre ella. Las conducciones 74, 78 y 102 están provistas de válvulas 104, 106, y 108 respectivamente, para controlar el flujo de aire a las diversas partes.

15 En la Fig. 2 se ha ilustrado esquemáticamente el circuito de medición 16 como dispuesto para alimentar una presión de aire fija al extremo inferior de una muestra de ensayo en el tubo de ensayo 18 y para medir el caudal de flujo de aire hacia arriba a través de la muestra. El circuito incluye reguladores de presión 110 y 112 de construcción usual, los cuales alimentan aire a presión constante a un medidor de flujo 114 sensible, también  
20 de construcción usual. Convenientemente, el aforador o medidor de flujo 114 puede ser del tipo de transferencia de calor. El aire que pasa a través del medidor de flujo 114 es conducido a la conducción de aire 32 por medio de una conducción 115 y de una válvula 116 y de la válvula 100 de tres vias. Una línea 118 de salida eléctrica  
25 procedente del medidor de flujo 114 transmite una señal eléctrica que es proporcional al flujo de aire a través del medidor de flujo 114. La señal puede ser empleada por un instrumento 120 de comprobación, que convierte la señal  
30 en una indicación visual o registrada de área superficial.



Alternativamente, o por añadidura, la señal puede ser empleada como la entrada a un sistema de control que regule una operación, tal como una operación de molienda de cemento, en la que se produce el material de ensayo.

5 En la Fig. 3 se ilustran esquemáticamente los componentes importantes del circuito 16 de medición de la capacitancia asociado con el tubo de muestra 18. El circuito incluye un oscilador 122 que proporciona una tensión constante a una de las placas 44 de condensador y una tensión de referencia constante a un comparador usual 124. 10 La otra placa de condensador 44 está conectada a un amplificador 126, la salida del cual es transmitida al comparador 124 para comparación con la tensión de referencia. Cuando las dos tensiones son iguales, el comparador 15 68 excita a un relé 128 indicando con ello que la muestra de ensayo ha sido densificada hasta la porosidad normalizada. El nivel absoluto de la tensión que es hecha pasar al amplificador 126 es controlado con un condensador variable 130 conectado entre el amplificador y el oscilador 122. 20

En la práctica, el circuito de control neumático 14 y el circuito de medición 12 están programados eléctricamente para conseguir el apropiado orden y sincronización de actuación de las diversas partes. El equipo para conseguir el funcionamiento automático no forma 25 parte de este invento y no es necesario describirlo aquí.

#### Funcionamiento

Brevemente expuesto, el funcionamiento del muestreador 10 y de los circuitos 12, 14 y 16 es como sigue. 30



Es admitido material de ensayo al tubo de muestra 18 y densificado por vibraciones generadas por el vibrador 42. Se detienen las vibraciones cuando el circuito de condensador indica que el material de ensayo ha sido densificado hasta una porosidad normalizada. Entonces, la compuerta 48 corta la parte superior de material encerrando así una cantidad conocida del material en un volumen conocido del tubo de muestra 18. Se aplica una presión de aire fija al extremo inferior del tubo de muestra 18, mientras se pone el extremo superior del tubo a la presión atmosférica. Se mide el flujo de aire a través de la muestra, mediante el medidor de flujo 114, y se convierte en una medida del área superficial de la muestra mediante el instrumento 120 de comprobación. A continuación se da una descripción más detallada del funcionamiento.

Suponiendo que acabe de terminarse un ensayo de permeabilidad y que el tubo de muestra 18 está lleno de material de ensayo, el equipo estará en una condición en la cual la compuerta 48 está cerrada, el émbolo 36 obtura el extremo inferior de la pieza extrema 28, y el vibrador no está funcionando. Las válvulas 98, 104, 106 y 108 están cerradas, y la válvula 100 de tres vías está en una posición en que pone la conducción de aire 32 en comunicación con la conducción de suministro de aire 115 desde el circuito 12 de medición de la permeabilidad. La válvula 116 en este último está cerrada, de modo que no fluye aire al tubo de muestra.

Cuando ha de comenzarse un ensayo se abre la compuerta 48 retirando el empujador 62 con la válvula 90, y se limpia el tubo de muestra de material de ensayo con



un chorro de aire admitido al extremo inferior del tubo 18 abriendo la válvula 100 durante un período de varios segundos. El material de ensayo es empujado hacia arriba a través del paso 54 en la compuerta 48 y a través del conducto 50 ya sea para su eliminación o ya sea para su recogida. Entonces se vierte una carga nueva de material de ensayo en el conducto 50 manualmente o automáticamente desde una tolva o desde un transportador. Simultáneamente se retira el émbolo 36 desde la pieza extrema inferior 28 mediante el empujador 38, y se pone en funcionamiento el vibrador abriendo la válvula 98.

Quando el material de ensayo forma una columna por encima de la placa porosa 26 y es densificado por vibración, el circuito 16 de capacitancia mide continuamente la capacidad eléctrica del material. La constante dieléctrica de la muestra aumenta a medida que avanza la densificación, y ello produce un aumento de tensión procedente del amplificador 126. Cuando la tensión aumenta hasta el valor de la tensión de referencia constante en el comparador 124, la porosidad de la muestra es igual a la porosidad normalizada predeterminada, y se interrumpe la densificación cerrando la válvula 98, la cual controla el flujo de aire al vibrador 42. La tensión de referencia deberá tener un valor tal que el material de ensayo sea densificado hasta aproximadamente el 50% de porosidad, debido a que las porosidades mayores darán por resultado mediciones inexactas de la permeabilidad.

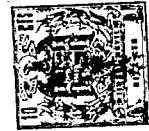
La parte superior de la muestra densificada es luego cortada cerrando la compuerta 48. El material de ensayo que queda en el paso vertical 54 en la compuerta 48



es depositado en el alojamiento secundario 66 y es mas tarde descargado a través de los tubos 76 de limpieza mediante un chorro de aire alimentado a través de la conducción 78. Al mismo tiempo es admitido aire a la parte superior del aro 70 abriendo la válvula 104 a fin de obtener la compuerta 48 en el extremo superior del tubo de muestra 18.

Mientras la compuerta 48 está cerrando, la válvula 108 está abierta para dirigir una corriente de aire a la superficie superior del émbolo 36 para eliminar cualquier material de ensayo que pueda haberse introducido a través de la placa porosa 26 durante la vibración. Es deseable evitar cualquier acumulación de material de ensayo en el espacio que hay debajo de la placa porosa 26, debido a que el material sería empujado hacia arriba contra la placa 26 por el impulso anteriormente mencionado de aire de limpieza. Incluso el cegado parcial de la placa 26 alteraría su caída de presión, y el instrumento 114 de medición del flujo daría lecturas erróneas del caudal de flujo. Si aumentase el cegado al continuar el funcionamiento, los impulsos de aire de limpieza podrían eventualmente doblar o romper la placa 26.

Las muestras de material de ensayo preparadas como se ha descrito serán de la misma forma y longitud ya habrán sido densificadas hasta la misma capacitancia eléctrica. Para una clase dada de material, la capacitancia es directamente proporcional a la porosidad, o a la densidad, de la muestra. En consecuencia, todas las muestras tendrán una densidad normalizada y un volumen normalizado, exactamente igual que si hubiesen sido prepa-



radas por las operaciones usuales de pesar un peso normalizado de material de ensayo y comprimir el peso normalizado hasta un volumen normalizado.

5 Luego se ajusta la válvula 100 de tres vías para conectar la línea 32 a la línea 115, y se abre la válvula 116. El ensayo real de la muestra densificada se lleva a cabo automáticamente mediante el circuito 12 de una manera usual. Como se ha descrito anteriormente, los reguladores de presión 110 y 114 establecen una presión de  
10 aire constante que es transmitida por el instrumento 114 a las conducciones 115 y 32. El aire fluye hacia arriba a través de la placa porosa, a través de la muestra densificada, y a la atmósfera a través del respiradero 60 en la compuerta 48. La rejilla en la superficie inferior  
215 de la compuerta 48 impide que el flujo de aire levante la muestra. La diferencia de presiones fija deberá ser tal que el flujo de aire a través de la muestra densificada sea laminar, ya que en la ecuación mediante la cual se relaciona el área superficial con la permeabilidad, se  
20 supone un flujo laminar. El medidor de flujo en el instrumento 114 mide el caudal de flujo durante un espacio de tiempo predeterminado y transmite la medida en forma de una señal eléctrica al comprobador 120. Como anteriormente se ha indicado, la señal puede ser empleada ya sea para anotación de datos o ya sea como información de  
25 alimentación en un circuito cerrado de control.

La medición del caudal de flujo completa el ensayo, y puede luego repetirse el orden de operaciones sobre nuevo material de ensayo.

30 Se comprenderá que el equipo será primeramente



calibrado con muestras formadas del mismo material a ser ensayado y que tengan tamaños de partículas conocidos. La técnica de la calibración obedece a principios conocidos y no es preciso describirla aquí. Generalmente será deseable calibrar con dos muestras conocidas que representen los límites superior e inferior de los tamaños de partículas que se espera encontrar durante el uso.

Se apreciará que la medición de la capacitancia dependerá en parte de la capacitancia de las impurezas que contenga la muestra. Es pues importante, que el nivel de impurezas sea bajo o constante, especialmente si el componente principal de la muestra tiene una constante dieléctrica que sea muy inferior a la constante dieléctrica de las impurezas. Las impurezas incluyen, en este sentido, cualquier componente del polvo, la proporción del cual sea probable que varíe de muestra a muestra del mismo tipo de material. La humedad se incluye como una impureza, y en algunos casos será sumamente deseable eliminar esa variable desecando tanto la muestra como el gas de ensayo antes de un ensayo.

Otros factores que deberán considerarse con los efectos de la temperatura de la muestra y de la temperatura inicial del aire de ensayo, sobre la medición de permeabilidad. Si todos los ensayos se llevan a cabo usando muestras a la misma temperatura y aire de ensayo a la misma temperatura, no existe problema debido a que los efectos de temperatura son los mismos para cada ensayo. Por otra parte, si la temperatura del aire de ensayo varía de un ensayo a otro, debido a cambios en la temperatura de la muestra o en la temperatura inicial del aire



de ensayo, las mediciones de permeabilidad variarán como resultado de las diferentes viscosidades del aire que se emplea con las diferentes muestras. Es por tanto deseable proporcionar condiciones de temperatura constante, aunque esas variables puedan ser compensadas en caso de ser necesario.

El método y el aparato están especialmente adaptados para la fabricación de cemento donde es usual medir periódicamente la finura del producto molido y ajustar la operación del equipo de molienda o del equipo de clasificación, o de ambos, para obtener la finura deseada. Es importante obtener un producto muy bien calibrado debido a que el exceso de molienda de grandes cantidades de material representa un gasto innecesario, y debido a que las características de resistencia de la estructura de hormigón finalmente construida guardan relación con el tamaño de partículas del cemento seco.

En resumen, se subraya de nuevo que la característica del presente invento que se refiere a la preparación de una muestra de porosidad normalizada sin recurrir a una operación de pesada, depende de densificar una masa del material a ensayar hasta una porosidad predeterminada, pero no de la manera en que son llevadas a cabo la densificación y la medición de la porosidad. La densificación vibratoria ilustrada es sumamente conveniente porque es rápida y porque elimina los huecos y otras discontinuidades en el material a ensayar. No obstante, la densificación puede también efectuarse por compresión mecánica o mediante la acción de compresión de aire comprimido entregado a un extremo de la muestra en forma de



impulsos de alta presión. Aunque se prefiere la técnica de la capacitancia eléctrica para medir la porosidad, desde el punto de vista de rapidez y de economía de equipo, pueden emplearse en otras técnicas. Por ejemplo, un instrumento de medición conocido comprende una fuente de radiación gamma y un detector tal como una cámara de ionización. En uso, la fuente de radiación se coloca en un lado de la muestra, y el detector se coloca en el otro lado, con objeto de medir la radiación que pasa a través de la muestra. Cuando el instrumento ha sido calibrado con una muestra del mismo material, la lectura del detector puede emplearse como una medida directa de la porosidad.

Aunque se han descrito realizaciones preferidas del presente invento, pueden efectuarse otras modificaciones sin rebasar el alcance del invento. Por consiguiente, debe entenderse que los detalles expuestos o ilustrados en los dibujos han de interpretarse como ilustrativos, y no en un sentido limitador, excepto cuando así aparezca en las reivindicaciones de la Nota adjunta.

La presente solicitud que corresponde a la presentada en los Estados Unidos de América, con fecha 29 de Noviembre de 1966, bajo el nº 597.628 se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.



15 M

## REIVINDICACIONES

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

1.- Un método de determinar el área superficial de un material sólido finamente dividido, que comprende las operaciones de seleccionar una muestra no pesada del material sólido, poner dicha muestra no pesada en una cámara de ensayo, densificar dicha muestra no pesada hasta que su densidad alcanza un valor normal predeterminado, hacer pasar un fluido a través de una dimensión normal predeterminada de dicha muestra densificada, y determinar el área superficial de dicho material sólido por la resistencia de la muestra al paso de dicho fluido a su través.

2.- Un método según la reivindicación 1, en que la operación de medir la densidad del material incluye medir la capacitancia eléctrica de la masa de material que está siendo densificada.

3.- Un método según la reivindicación 1, en que dicha operación de densificación incluye las operaciones de colocar una masa del material finamente dividido en un recipiente y vibrar la masa.



5 4.- Un método según la reivindicación 1, que incluye además la operación de cortar una parte extrema del material densificado a lo largo de un plano transversal a la longitud del material densificado para obtener dicha dimensión normal predeterminada.

10 5.- Un método según la reivindicación 1, en que dicha operación de densificación incluye la operación de colocar una masa de material finamente dividido en un miembro tubular en general vertical que tiene una pared inferior porosa y paredes laterales no porosas y vibrar dicho material, y que, para obtener dicha dimensión normal predeterminada, incluye hacer pasar un elemento cortante transversalmente a través de dicho miembro tubular y a través del material densificado a una distancia predeterminada por encima de dicha pared inferior porosa, e incluye además la operación de aplicar una diferencia de presiones de gas a través de los extremos de dicho miembro tubular a fin de llevar a cabo la medición de la resistencia de la muestra preparada al flujo de gas.

15 20 25 30 6.- Un aparato para preparar una muestra de un material sólido finamente dividido cuyo tamaño de partículas ha de ser medido, que comprende medios de recinto que definen una cámara, medios de entrada para introducir una masa de material finamente dividido en dichos medios de recinto, medios asociados con dichos medios de recinto para densificar el material en dicha cámara hasta una densidad predeterminada, medios para preparar el material densificado en dicha cámara en forma de una muestra de longitud predeterminada normal, medios para



hacer pasar un fluido a través de una parte de dicha muestra que tiene dicha longitud predeterminada normal, y medios para medir la resistencia de dicho paso de fluido a través de dicha parte de muestra para determinar así la finura de dicho material.

5

7.- Un aparato según la reivindicación 6, que incluye medios asociados con dicha cámara para medir la resistencia al flujo de gas de la muestra en dicha cámara, para determinar con ello la finura del material, incluyendo dichos medios de medición medios para aplicar una diferencia de presiones de fluido a través de los extremos de dicha cámara, y que incluye, además, medios para cortar el material densificado en dicha cámara en una muestra de longitud predeterminada normalizada, incluyendo dichos medios un miembro cortador movable a través del ánima de dicha cámara, con lo que dicha muestra tiene un peso y un volumen predeterminados.

10

15

8.- Un aparato según la reivindicación 6, en que dichos medios de densificar incluyen un vibrador para vibrar el material que hay en dicha cámara.

20

9.- Un aparato según la reivindicación 6, que incluye un dispositivo de medición de la capacitancia eléctrica asociado con dicha cámara para medir la capacitancia del material que hay en dicha cámara.

25

10.- Un aparato para preparar una muestra de un material sólido finamente dividido y para medir la resistencia al flujo de gas a través de la muestra para determinar con ello el tamaño de partículas del material, comprendiendo dicho aparato: un tubo en general vertical que tiene un extremo superior, un extremo inferior y una

30

15 MA



pared lateral no perforada; una placa porosa montada transversalmente en dicho tubo entre los extremos del mismo; una compuerta movable transversalmente montada por encima de dicha placa para movimiento yendo y viniendo a través de dicho tubo; medios de entrada encima de dicha compuerta para introducir una masa de material sólido finamente dividido en dicho tubo; medios asociados con dicho tubo para densificar material finamente dividido entre dicha placa y dicha compuerta; medios asociados con dicho tubo para medir el grado de densificación del material en dicho tubo; y medios para medir la resistencia de la muestra en dicho tubo al flujo de gas a su través, que incluyen medios para producir una diferencia de presiones de gas entre la posición de dicha placa y la posición de dicha compuerta.

11.- Un método de determinar el área superficial de un material sólido finamente dividido.

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

La presente Memoria consta de veinticinco hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid,

15 MAR 1969

P.A.

Alberto de Ezaburo  
Bosch Porcel

6-3-69

PBG.

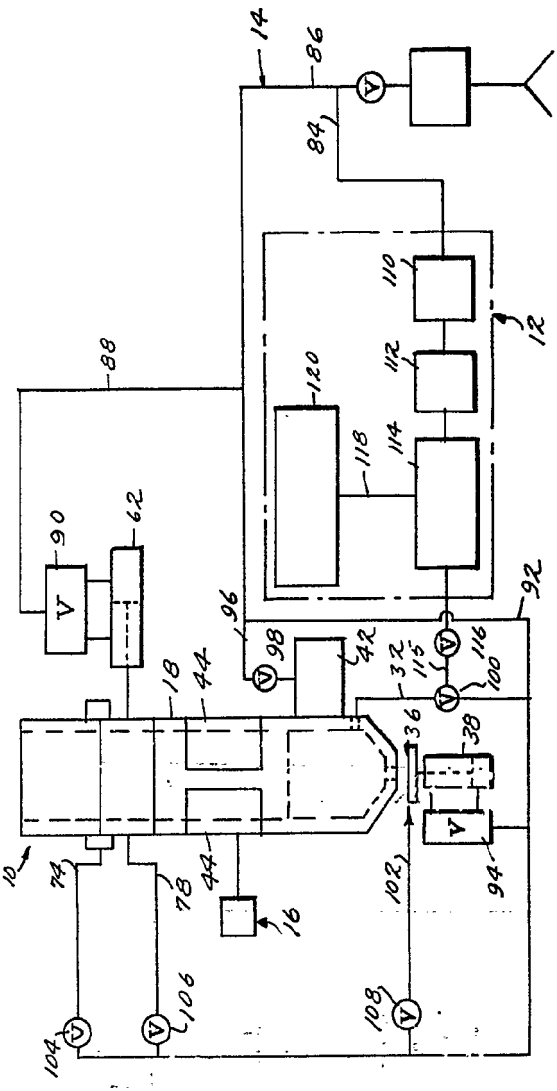
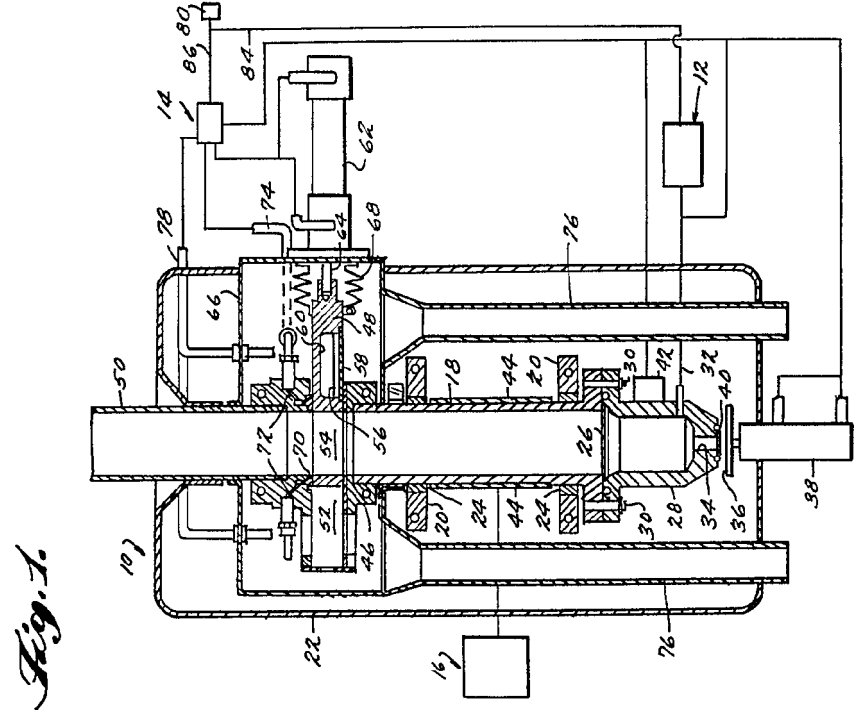


Fig. 2.

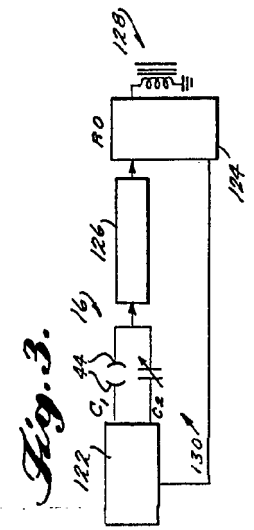
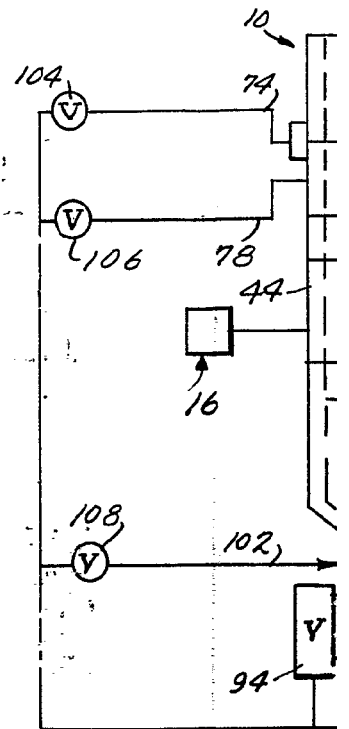
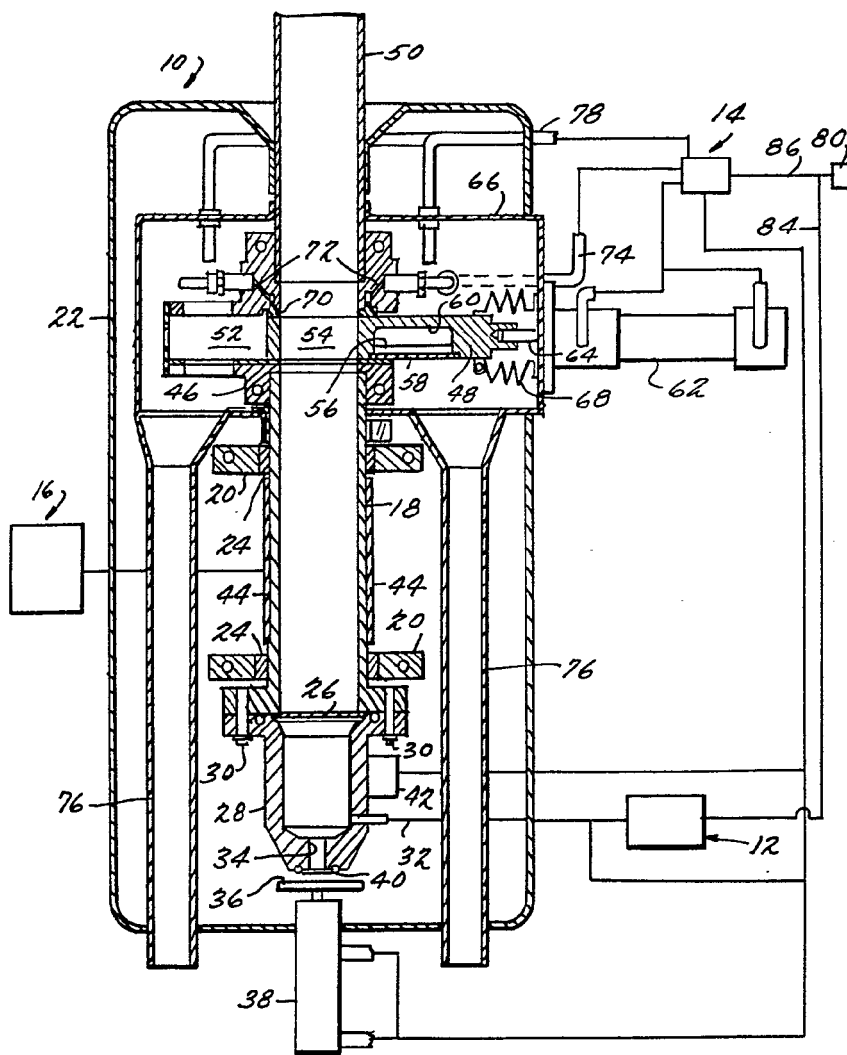
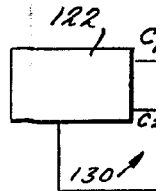


Fig. 3.

*Fig. 1.*



*Fig*



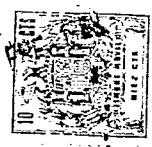


Fig. 2.

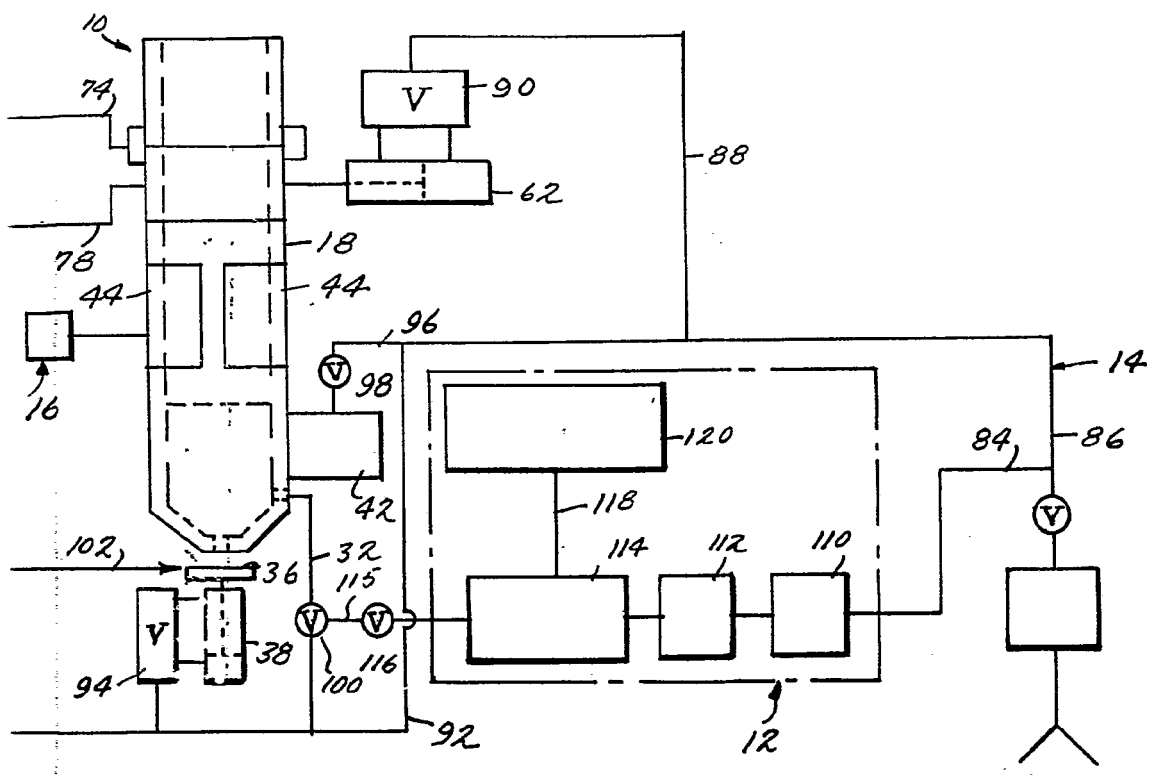
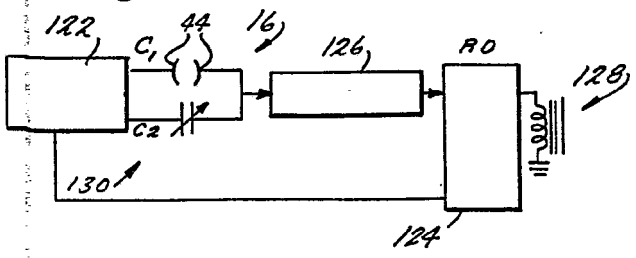


Fig. 3.



Albert H. Elsbach  
1924