

11 AGO. 1964



P.- 26.926

Dr. L/Kl 908
" Kugelmühle "

300309

300309

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 27 de mayo de 1.964, con el número 300.309

e n

E S P A Ñ A

por VEINTE años

a nombre de ÖSTERREICHISCH-AMERIKANISCHE MAGNESIT AKTIEN
GESELLSCHAFT, entidad austriaca, establecida en Radenthein
Kärnten, Austria, por:

" UN MOLINO, ESPECIALMENTE UN MOLINO DE TUBOS O BOLAS "

El invento se refiere a un molino, especialmen-
te un molino de tubos o bolas, cuya pared interior presen-
ta una sección transversal fundamental poligonal y en el
cual la molienda se efectúa por el movimiento de caída y
rodadura de la carga de cuerpos moledores y material a mo-
ler, ascendiendo el tamaño de los cuerpos moledores, pre-
feriblemente cilpepsas, sólo a una pequeña fracción de la
longitud lateral de la sección transversal fundamental -
del molino. Bajo la denominación "cilpepsas" deben enten-



derse en este caso trozos de redondo de acero, que tengan un diámetro de aproximadamente 1 a 2 cm y una longitud de aproximadamente 3 cm.

5 En molinos del tipo expuesto, que sirven en gran escala para el triturado o molienda de materiales duros por procedimiento seco o húmedo, para el mezclado con molienda y otros fines de aplicación, la trituración es efectuada principalmente por el efecto de percusión y rozamiento, que ejercen los cuerpos moledores sobre el material a moler. El mejor trabajo de trituración se logra por medio de un golpe inclinado; para producir un golpe de este tipo, conviene que el molino arrastre cuerpos moledores hasta cerca de su cresta y que la carga se desprenda entonces desde arriba de la pared del molino y caiga en trayectoria inclinada sobre el material a ser molido. El efecto de rozamiento, que es determinante para la molienda fina, se origina entre el blindaje del molino y el material a moler. En molinos de varias cámaras la trituración del material a moler tiene lugar en la primera y segunda cámara sobre todo por el efecto de percusión.

10

15

20

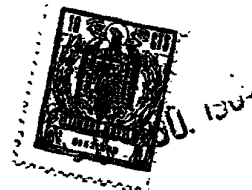
Se han llevado ya a cabo numerosos ensayos con el fin de averiguar las condiciones óptimas para el funcionamiento de un molino, tal como número de revoluciones del molino, forma de realización del blindaje, carga de cuerpos moledores y lograr conocimientos exactos sobre el proceso de molienda. En especial se han efectuado muchos ensayos para averiguar la relación entre el rendimiento de molinos y el número de revoluciones. Respecto al número de revoluciones se llegó a la consecuen-

25

30



cia de que éste debe ascender la premolienda a un 72% del número de revoluciones crítico $42,3/\sqrt{D}$ r.p.m. y para la molienda fina a un 64% del número de revoluciones crítico. Pero puesto que no es posible hacer funcionar con dos números de revoluciones distintos un molino, en el que ha de efectuarse tanto una trituración previa como también una molienda fina, se ha elegido para el número de revoluciones de molinos de varias cámaras el 68% del número de revoluciones crítico, es decir, el valor medio de los dos números indicados. Pero no ha de ser olvidado el hecho de que esta solución que constituye un compromiso tiene la desventaja, de que el número de revoluciones indicado es demasiado reducido en el caso de un molino, en el que se quiera alcanzar el máximo esfuerzo de percusión de los cuerpos moledores y de que es demasiado elevado en el caso de un molino para molienda fina, en el cual por lo tanto es decisivo el mejor efecto de rozamiento que se pueda obtener. Se intentó contrarrestar estas desventajas por el hecho de equipar el blindaje de la cámara de molienda previa con listones de elevación, con ayuda de los cuales era llevada la carga de cuerpos moledores más arriba acercándose a la cresta de proyección. Pero puesto que en los molinos de este tipo, por ejemplo, molinos de tubos, hasta ahora conocidos, en la cámara de premolienda se produce además de producto grueso también materia fina, entonces la posterior trituración de la materia fina es muy reducida a causa del trabajo de rozamiento entonces menor y la materia fina resulta prácticamente un lastre en la cámara previa, puesto que en ella sólo es transformada en escaso grado.



Con el invento se pretende ahora crear un moli-
no, en especial un molino de tubos o de bolas, cuya pared
interior presente una sección transversal fundamental po-
ligonal y en el cual la molienda se efectúe por el movi-
5. miento de caída y de rodadura de la carga de cuerpos mo-
ledores y material a moler, ascendiendo el tamaño de los
cuerpos moledores, preferiblemente cilpepsas, sólo a una
pequeña fracción de la longitud lateral de la sección -
transversal fundamental del molino y en la cual la pro-
10 ducción de molienda lograda por el efecto de percusión se
halle en una proporción adecuada, regulable, respecto a -
la producción de molienda debida al rozamiento, en función
del material a moler a tratar. Se encontró que esta meta
puede alcanzarse en el caso de que la pared interior del
15 molino presente una sección fundamental transversal cua-
drada con ángulos redondeados y lados rectos, es decir,
que esté formada por un cuadrado con ángulos redondeados.
Preferiblemente, los redondeamientos de los ángulos están
realizados en arco de circunferencia y tienen conveniente-
20 mente la forma de un cuarto de circunferencia. El efecto
de percusión es influenciado por el radio de los redondea-
mientos, siendo precisamente el efecto de percusión del -
molino tanto mayor cuanto menor sea el radio de los redon-
deamientos, es decir, de los cuartos de circunferencia, en
25 relación a la diagonal de la sección transversal del moli-
no. El efecto del rozamiento disminuye al aumentar el -
efecto de la percusión y aumenta al disminuir el efecto -
de la percusión. Por ello puede ser regulada la propor-
ción entre el efecto de la percusión y el efecto del roza-
30 miento y en su caso ser también variado por secciones den



tro de un mismo molino.

Con una configuración de sección transversal de este tipo se logra una turbulencia de los cuerpos moledores sustancialmente mayor que en un molino con sección transversal redonda. Por el hecho de que los cuerpos moledores no penetran uniformemente en la parábola de proyección como en un molino con sección transversal redonda, sino a la parábola de que llegan proyección periódicamente y, por ello, en cantidades mayores desde las esquinas y, por tanto, desde el punto del molino, en el cual la superficie interior del molino está distanciada el máximo del eje de giro, se aumenta la energía de impacto, Por lo tanto, existe la posibilidad de ajustar la longitud del radio de los redondeamientos en proporción a la diagonal de la sección transversal del molino de acuerdo con el efecto de la percusión deseado, es decir, de diseñar el molino para cualquier material a moler de tal forma, es decir, dimensionarlo de tal modo, que se pueda lograr la máxima producción de molienda. Como resulta de investigaciones en serie fotográficas y de impresiones cinematográficas, los cuerpos moledores en un molino de sección transversal fundamental cuadrada con ángulos redondeados y lados rectos son separados en grado sustancialmente mayor que los cuerpos moledores en el caso de una sección transversal del molino redonda y a causa de ello se produce un aumento del recorrido de molienda. Como demuestran además los ensayos en serie fotográficos los cuerpos moledores describen después del lanzamiento, es decir, durante la elevación en el molino, movimientos turbulentos, que influencian favorablemente el efecto de rozamiento sobre el mate

300309



rial a moler. Estos movimientos de los cuerpos moledores, que pueden ser denominados movimiento interno, alcanzan su máximo cuando el radio de los ángulos redondeados asciende a aproximadamente $1/3$ del cuadrado de base. Al aplicar una sección transversal de acuerdo con el invento el número de percusiones es cuatro veces el número de revoluciones del molino. Además, como se vió por ensayos efectuados en un molino de acuerdo con el invento, con menor consumo de energía se logra una producción de molienda sustancialmente más elevada con al mismo tiempo mayor finura de molienda. Además se comprobó también que, debido al mayor efecto de percusión, un molino de acuerdo con el invento puede funcionar con cuerpos moledores menores - que, por ejemplo, un molino con sección transversal redonda.

Resulta posible transformar de modo sencillo molinos ya existentes, sobre todo molinos con sección transversal redonda, en molinos de acuerdo con el invento. Esto puede efectuarse por revestimiento con placas de blindaje de tamaño y forma adecuados.

Preferiblemente, en molinos de acuerdo con el invento las placas de blindaje están escaqueadas entre sí - por secciones, es decir, en la dirección longitudinal del molino distintas filas de placas están reviradas entre sí, formando preferiblemente ángulos iguales, de forma que sean compensados los momentos de inercia dinámicos y se evite un desequilibrado dinámico. En el caso de un molino con varias cámaras puede tener lugar esta colocación al tresbolillo entre cámara y cámara. Por la colocación al tresbolillo de las placas de blindaje entre una fila y -



otra se crea dentro de la cámara de molienda o de las cámaras de molienda un momento de torsión, por el cual es ejercido simultáneamente sobre los cuerpos moledores un efecto de clasificación, Por una colocación al tresbolillo uniforme del blindaje sobre la periferia del molino puede ser repartida la energía cinética de las percusiones del relleno de cuerpos moledores sobre el recorrido de molienda y ser subdividida así de acuerdo con los escaqueamientos y la longitud de las placas de blindaje. Hay que retener aquí, que ya es conocido un molino de bolas de tambor con sección transversal redonda para funcionamiento continuo, en el cual no coincide el eje de la cámara de molienda con el eje del tambor de molienda y se enrolla en forma de hélice alrededor del eje, del tambor, con lo cual recibe la masa de material a moler con las bolas moledoras un movimiento serpenteante (patente alemana núm. 308.822). En este molino las superficies anulares interiores de los anillos de molienda o de las placas de blindaje están dispuestas excéntricamente respecto a la superficie anular exterior y están montadas en el tambor de molienda reviradas en cada caso entre sí 45° , de forma que resulta una trayectoria de molienda enrollada en forma de hélice. De esta forma, ciertamente las bolas moledoras no ejercen sólo un efecto de percusión, sino también de trituración lateral sobre el material a moler, pero el número de revoluciones de un molino redondo está limitado respecto al caso de un molino con sección transversal fundamental cuadrada con ángulos redondeados y lados rectos, la percusión de los cuerpos moledores es peor y tampoco se produce turbulencia de los cuerpos moledores.



5 El molino de acuerdo con el invento puede ser
empleado también para una molienda en seco según el sis-
tema de circuito abierto y cerrado, es decir, como molino
de tránsito o como molino con separador (aire circulante
o circulación de elevador de cangilones), para una molien-
da húmeda, para molienda con mezclado y para otras finali-
dades parecidas. A causa de la gran turbulencia de los -
cuerpos de molienda que se obtiene se logra en la molien-
da húmeda también una turbulencia mayor del líquido emplea-
do y con ello un efecto de molienda adicional.

10 El molino de acuerdo con el invento ofrece ade-
más ventajas respecto al consumo de energía. A este res-
pecto puede mencionarse, que por el efecto de rozamiento
se crea como es conocido un notable calor de molienda, que
15 resulta perdido para el efecto de molienda como tal, mien-
tras que la energía de fricción es sustancialmente menor
con el efecto de percusión, de modo que en el molino de -
acuerdo con el invento las pérdidas por calor de fricción
son menores que en los molinos conocidos. Finalmente pudo
20 ser averiguado por análisis microscópicos que un molino
con sección transversal fundamental cuadrada con ángulos
redondeados y lados rectos muele más rápidamente y tam-
bién más homogéneamente y que en tal molino los materia-
les que en un molido redondo permanecen durante mucho -
25 tiempo en forma de astillas, se presentan prácticamente
en seguida en forma cúbica.

Puede mencionarse aquí que molinos con sección
transversal fundamental poligonal son en sí ya conocidos
pero que en todos estos molinos no está realizada de nin-
gún modo la idea en la que se basa el invento presente. En

30



el caso del molino de acuerdo con el invento resulta posible variando los radios de los ángulos, es decir, los radios de los redondeamientos de los ángulos, reunir el efecto de varios números de revoluciones por secciones en un solo molino, puesto que, como se mencionó arriba, con radio menor en los ángulos se hace mayor el efecto de percusión y con radio mayor en los ángulos se hace mayor el efecto de rozamiento; en los molinos hasta ahora conocidos, por el contrario, una variación del efecto de percusión y rozamiento sólo es posible por una variación del número de revoluciones o por montajes interiores en los molinos. A base del presente invento puede ser construido por lo tanto para cualquier material a moler un molino y ser realizado con el máximo rendimiento empleando una envolvente exterior cilíndrica.

Respecto a los molinos conocidos con sección transversal fundamental poligonal hay que hacer constar en detalle lo siguiente:

Ha sido propuesto un molino de tambor de sección transversal fundamental triangular equilátera, subdividido por tabiques en cámaras, en el cual los tabiques están enfilados sobre barras de acero dispuestas en las esquinas del tambor, intercalando piezas distanciadoras (patente alemana nº 477.471). Una sección transversal del molino de este tipo proporciona ya en principio un efecto de molienda peor, porque los cuerpos moledores y el material a moler sólo caen y golpean contra el fondo tres veces en cada revolución del molino y además está disminuída la altura de caída por el hecho de que en las esquinas del tambor estén dispuestas barras de acero. Por lo demás, en

300309



comparación con el molino según el invento, que no presentan inserciones interiores, un molino de este tipo constituye un sistema complicado, añadiéndose aún el que las barras de acero dispuestas en las esquinas del tambor están expuestas a un desgaste muy grande. Además, ya se conocen también molinos de tambor en los cuales se emplean como cuerpos moledores barras de sección transversal poligonal y en los cuales el cuerpo de tambor que gira tiene igualmente una forma de sección transversal poligonal, con semejanza geométrica con la sección transversal de los cuerpos moledores, por ejemplo, hexagonal (patentes alemanas núms. 560.745 y 574.213). Pero los molinos con una sección transversal pentagonal o hexagonal tienen ya de nuevo aproximadamente una forma circular, de modo que en tales molinos sólo existe una diferencia pequeña en el efecto de molienda en comparación con un molino con sección transversal circular. Además, cuerpos moledores realizados en la forma de barras con sección transversal poligonal están expuestos a fuerte desgaste, de modo que su forma poligonal no se mantiene durante mucho tiempo y el material a moler es ensuciado por el material de estos cuerpos moledores separado por abrasión. Respecto a todos estos molinos conocidos ofrece el molino de acuerdo con el invento la sorprendente ventaja, de que se logra obtener un efecto de molienda excelente empleando una sección transversal fundamental cuadrada con ángulos redondeados, que son fácilmente accesibles para los cuerpos moledores y el material a moler, sin inserciones algunas y empleando los cuerpos moledores usuales, en especial cilpepsas. Otra propuesta conocida se refiere a una máquina de trituración -



del tipo de un molino de bolas con uno o varios mazos alojados sueltos en el tambor de trabajo, que ocupan aproximadamente toda la longitud del tambor, estando caracterizada esta máquina porque el tambor tiene una sección transversal triangular o poligonal, con lo cual durante su giro alternativamente eleva y deja caer sobre el material a tratar el o los mazos. El tambor puede presentar una sección transversal triangular, en forma de corazón u otra no redonda. Sobre el empleo de una sección transversal fundamental cuadrada con ángulos redondeados y lados rectos para el tambor no se dice nada en relación con la propuesta conocida. Sin embargo, una desviación de la recta, es decir, de las caras planas del tambor, trae consigo forzosamente un empeoramiento del efecto, puesto que abombamientos de este tipo dan un efecto de percusión sustancialmente más reducido y disminuyen así también en tal grado la posibilidad de ajustar el molino variando el radio de los redondeamientos de los ángulos, que los resultados que se pueden alcanzar carecen técnicamente de interés. Además puede ser mencionado aquí un molino de tambor con una cámara de molienda giratoria en la que se aloja el material a moler y bolas, que gira alrededor de un eje diagonal; la esencia de este molino de tambor consiste en que la cámara de molienda tenga la forma de un dedo y en que el eje pase por dos vértices de la cámara enfrentados en diagonal. Se trata, por lo tanto, de un molino con sección transversal fundamental cuadrada y por lo tanto de un molino en el cual no puede efectuarse un ajuste de proporciones entre el efecto de percusión y el efecto de rozamiento debido a que faltan los ángulos redondeados.



El invento se explica más detalladamente en relación con el dibujo adjunto.

La figura 1 representa una sección transversal a través de un molino de acuerdo con el invento con sección transversal fundamental cuadrada con ángulos redondeados, la figura 2 se refiere a un molino con secciones transversales fundamentales cuadradas con diferentes longitudes laterales o diferentes radios con la misma diagonal, vista en la dirección del eje. La figura 3 representa un molino de tubo de acuerdo con el invento en sección axial meramente esquemáticamente y las figuras 4 y 5 muestran dos ejemplos de un molino de acuerdo con el invento, en cada caso en sección transversal. La figura 6 representa de manera esquemática un tipo especialmente conveniente de las placas de blindaje utilizadas en tres tamaños distintos, con escaqueado recíproco continuo.

En la forma de realización representada en la figura 1 del molino de acuerdo con el invento está revestida la virola cilíndrica M con series anulares de placas de blindaje dispuestas en dirección axial una detrás de la otra. En el ejemplo de realización ilustrado consiste cada serie anular de 24 placas blindadas de tres formatos diferentes 1, 2 y 3, presentando los formatos 2 y 3 aligeramientos para reducir el peso del revestimiento. Los formatos 3 tienen además taladros radiales para alojar tornillos u otros medios de sujeción que sirven para la fijación de las series anulares sobre la virola M.

En el molino según la figura 1 en todas las series anulares del revestimiento los redondeamientos tienen el mismo radio r , pero las secciones transversales están -



escaqueadas en el sentido periférico en las series anula-
res consecutivas. En la disposición ilustrada en la figu-
ra 1, las secciones transversales consecutivas y con ellas
las diagonales de la sección transversal del molino están
5 reviradas siempre un ángulo α , con 24 formatos por lo tan-
to siempre 15° , respecto a la sección transversal ante-
rior.

En la forma de realización de acuerdo con la fi-
gura 2 se encuentran las diagonales D de todas las seccio-
nes transversales del molino alineadas una tras otra, pe-
ro en las distintas series anulares, por ejemplo, a, b, c,
10 d, los redondeamientos tienen radios distintos r_a , r_b , r_c
y r_d , respectivamente, por lo cual pueden lograrse efectos
de percusión de diferente intensidad en las distintas se-
ries anulares.

En el molino ilustrado esquemáticamente en sec-
ción axial en la figura 3, el material a moler llega por
una entrada 5 primero a una cámara de premolienda 6, a --
continuación por un tabique o pared de elevación 10 a una
20 cámara 7 y finalmente por otro tabique o pared de eleva-
ción 10 a una cámara final 8, de la cual es desalojado el
material terminado de moler a través de una salida 9. En
las distintas cámaras 6, 7 y 8 los blindajes pueden estar
realizados con secciones transversales con redondeamien-
tos de distinta intensidad o con secciones transversales
25 esqueadas entre sí de diferentes formas, según las nece-
sidades especiales.

Las figuras 4 y 5 muestran a modo de ejemplo dos
blindajes distintos con diagonales de la misma longitud D.
30 En el blindaje 1', 2', 3' de acuerdo con la figura 4 el ra



dio r' del redondeamiento es menor que el radio r'' del redondeamiento del blindaje $1''$, $2''$, $3''$ de acuerdo con la figura 5. Para mayor efecto de percusión se elegiría por lo tanto la forma de acuerdo con la figura 4.

5
A causa de los radios de distinta longitud r' o r'' de los redondeamientos en los blindajes según las figuras 4 y 5, respectivamente, también son distintas las longitudes L y L' , respectivamente, de los cuadrados fundamentales de las secciones transversales, de forma que a excepción de en los lugares en los extremos de las diagonales D , el espesor de las placas de blindaje $1'$, $2'$, $3'$ con el radio de redondeamiento menor r' (figura 4) es mayor que el espesor de las placas de blindaje $1''$, $2''$, $3''$ con el radio de redondeamiento mayor r'' (figura núm. 5).

10
15
La figura 6 representa, desarrollada en un plano, una distribución especialmente ventajosa de las placas de blindaje en un blindaje de acuerdo con la figura 1. La flecha que se halla al borde indica en este caso la dirección longitudinal del molino.

20
25
La presente solicitud, que corresponde a la presentada en Austria con fecha 10 de junio de 1.963, bajo el núm. A. 4665/63 II/50b, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

N O T A

300309

30
Los puntos de invención, propia y nueva, que se



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

5 1.- Un molino, especialmente un molino de tubos o bolas, cuya pared interior presenta una sección transversal fundamental poligonal y en el cual la molienda se efectúa por el movimiento de caída y de rodadura de la carga de cuerpos molidores y material a moler, ascendiendo el tamaño de los cuerpos molidores, preferiblemente barras redondas de acero, sólo a una pequeña fracción de la longitud lateral de la sección transversal fundamental del molino, caracterizado porque la pared interior del molino presenta una sección transversal fundamental cuadrada con ángulos redondeados y lados rectos.

15 2.- Un molino de acuerdo con el punto 1, caracterizado porque el radio de los redondeamientos en comparación con la diagonal de la sección transversal del molino, es menor con objeto de aumentar el efecto de percusión y es mayor con objeto de disminuir el efecto de percusión o de aumentar el efecto de rozamiento.

20 3.- Un molino de acuerdo con el punto 1 ó 2, caracterizado porque el interior del molino está revestido mediante una serie de placas de blindaje iguales que se extienden a lo largo del perímetro del tambor, estando reviradas recíprocamente en la dirección longitudinal del molino, al menos algunas filas de placas, preferiblemente en ángulos iguales.

300309

4.- Un molino, especialmente un molino de tubos o bolas.

30 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 seis hojas escritas a máquina por una sola de sus caras.

Madrid,

11 AGO. 1900

P.A.

Alvaro de Elizalde
Por Jefe

300399

RAP

M. Ona

ESCALA VARIABLE

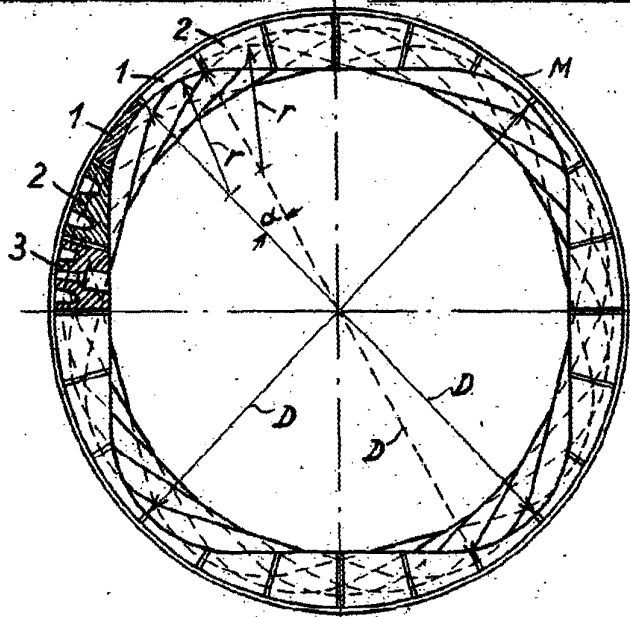


Fig. 1

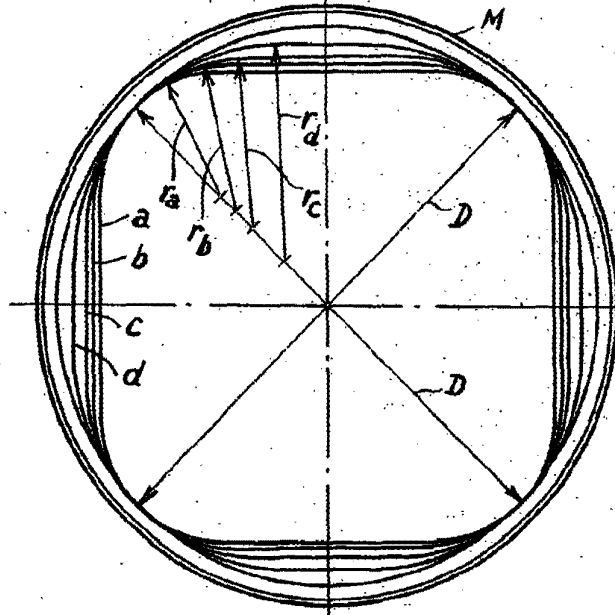


Fig. 2

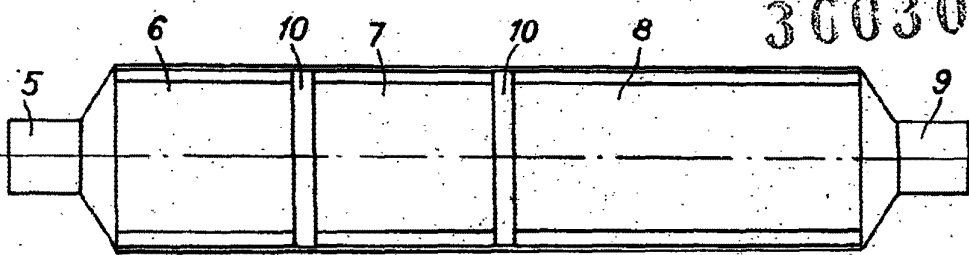


Fig. 3

Alfred de Litzman
Profrat

ESCALA VARIABLE

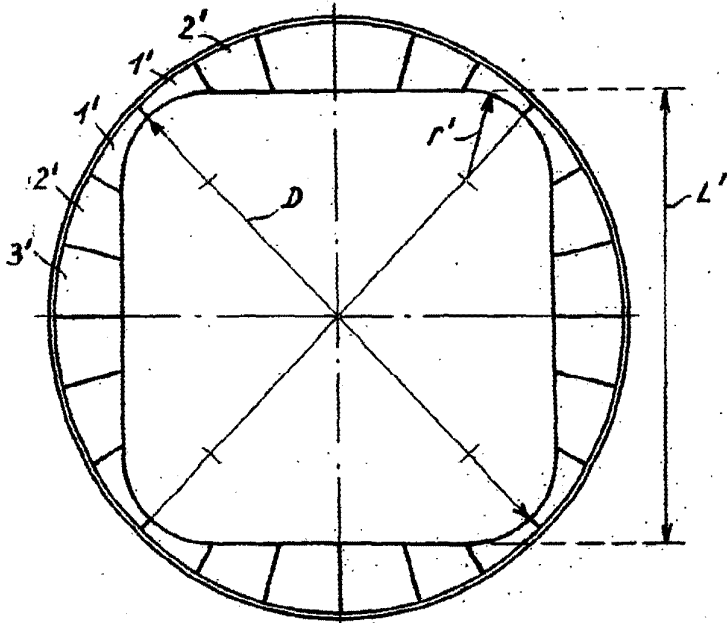


Fig. 4

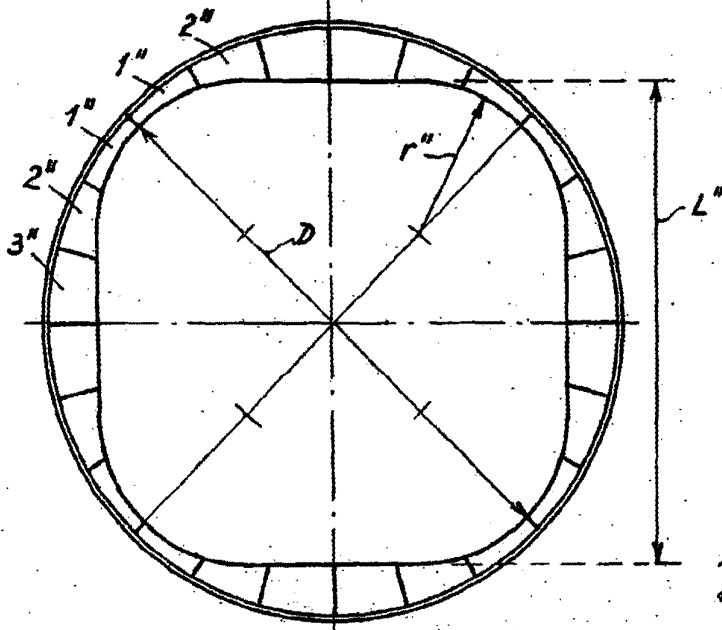


Fig. 5

300309

X	2	3	3	2	X	X	2	3	3	2	X	X	2	3	3	2	X	X	2	3	3
X	X	2	3	2	2	X	X	2	3	3	2	X	X	2	3	3	2	X	X	2	3
2	X	X	2	3	3	2	X	X	2	3	3	2	X	X	2	3	3	2	X	X	2
3	2	X	X	2	3	3	2	X	X	2	3	3	2	X	X	2	3	3	2	X	X

Langrechte

Fig. 6

Alberto Gu...
 Pol...
Alberto Gu...