




EB/. =

MEMORIA DESCRIPTIVA

para una patente de invención, por veinte años, por: " Máquina de émbolo libremente volante con masas volantes de marcha opuesta " a favor del profesor Dr. Ing. e. n. Hugo JUNKERS, residente en Dessau /Alemania/.

= = = = =

En las máquinas de émbolo libremente volante con masas de marcha opuesta es conocido el método de unir solidariamente entre sí estas masas para asegurar la marcha contraria exacta sirviéndose de una transmisión de acoplamiento compuesta por ejemplo de cremalleras y ruedas dentadas intercaladas. Para poder hacer lo más ligero posible el mecanismo de acoplamiento, se le debe descargar de la transmisión de trabajo mecánico desde uno de los lados de la máquina hacia el otro en cuanto sea posible. Por este motivo en los compresores escalonados de émbolo libremente volante se ha propuesto construir las dos partes de la máquina iguales a sus imágenes en un espejo, o sea por ejemplo tratándose de un compresor de tres gradaciones, disponer por cada lado de la máquina un grado primero, segundo, y tercero, o sea en total 6º. Una máquina de esta clase natural -



mente que por ello resulta extraordinariamente larga, embarazosa en el espacio y de muchas partes. También la bomba de purga destinada a proporcionar el aire necesario para la limpieza del motor se debe entonces también construir bipartida, con una parte en cada lado de la máquina para que no decrezca por un lado su potencia necesaria. Si se renuncia a construir la máquina de lados iguales a su imagen en un espejo, disponiendo por ejemplo la bomba de purga por un lado o previendo por los dos lados de la máquina un lado desigual de grados de compresión, entonces la transmisión de acoplamiento en la carrera de trabajo y en la carrera de retroceso transmitirá de un lado a otro de la máquina una cantidad mayor o menor de trabajo y por eso se deberá construir más robusta y pesada que tratándose de máquinas construidas con perfecta simetría. Pero así se eleva en forma inconveniente el peso de las masas libremente oscilantes, se encarece la fabricación de la máquina y también por efecto de las mayores pérdidas de rozamiento en el mecanismo de acoplamiento se reduce el rendimiento de la misma máquina.

El invento ha de resolver el problema de descargar la transmisión de acoplamiento, de transmitir valores notables de fuerza de un lado a otro de la máquina en los compresores escalonados de émbolo libremente volante y con masas de marcha contraria, pero no con una conformación igual y disposición de los espacios de carrera que se han de prever por los dos lados de la máquina (o sea, fuera de la cámara de trabajo del motor) iguales a su imagen en un espejo, y lograr así las ventajas de la máquina construida con completa simetría, sin tener que participar de sus inconvenientes. El problema se resuelve según el invento en forma que las relaciones de presión o las relaciones de volumen o ambas, existentes en los diversos espacios de la carrera, se escojan distintas a las existentes en los compresores usuales escalonados, en los que cada fase de trabajo (carrera de ida y vuelta) el trabajo útil disponible se distribuye uniformemente en los diversos grados, de suerte que también el trabajo recibido y entregado varíe en los diversos espacios de carrera y precisamente estas variaciones de las relaciones de presión o volumen se deben efectuar en tal medida que la suma de los trabajos obtenidos en cada la-



do de la máquina para los diversos espacios de la carrera, consideradas una vez para la carrera de trabajo y otra para la carrera de retroceso, sean entre sí lo más iguales posible.

5 otras particularidades más detalladas del invento, las medidas para desarrollarle y un ejemplo de su ejecución práctica, se explicarán a continuación con auxilio del adjunto dibujo.

Las figs. 1 á 3, presentan diagramas de presión y volumen de un grado de compresor y servirán para ilustrar las posibilidades de variar el trabajo recibido por este grado de compresor en la carrera de trabajo, y las del trabajo cedido en la carrera de retroceso.

La fig. 4, ilustra el esquema de una máquina de émbolo libremente volante según el invento.

En el diagrama según la fig. 1, la línea B-C, representa la compresión del gas aspirado desde la presión p_1 , a la presión p_2 , y la línea C-E, la expulsión del gas comprimido; el trabajo cedido aquí al grado del compresor se representa por el área ABCEFA, situada entre estas líneas y la línea p=C, la cantidad de gas contenida en el volumen v_T del espacio muerto se comprime entonces también a la presión p_2 ; en ella se almacena una parte del trabajo cedido al grado del compresor durante la carrera de trabajo y el cual después de la inversión del émbolo se cede ahora al sistema de masas libremente oscilante y ulteriormente a la carga del motor del generador de energía con objeto de comprimirla. Por consiguiente en la carrera de retroceso tiene lugar una expansión que presta trabajo, desde la presión p_2 , a la presión p_1 , según la línea E-G, y por tanto en la presión de aspiración p_1 , tiene lugar la aspiración de una nueva cantidad de gas según la línea G-B; el trabajo cedido durante la carrera de retroceso al émbolo del compresor se expresa por el área EFABGE. El trabajo sacado fuera con el gas expulsado del grado del compresor se representa por la superficie diferencial BCEGB.

30 El valor del trabajo prestado durante la carrera de trabajo y la carrera de retroceso, o sea el valor de las superficies ABCEFA y EFABGE, es una función de la relación de presión p_2/p_1 y de la relación de volumen $v_T/v_H + v_T$.

Si por ejemplo se aumenta la relación de volumen $v_T/v_H \neq v_1$, acoplado según la fig. 2, en espacio muerto adicional $v'T$, entonces se obtiene un nuevo diagrama $BC'EG'B$. El diagrama primitivo $BCEGB$, según la fig. 1, se dibuja según la fig. 2, por trazos. Se ve claramente que el trabajo cedido al grado del compresor durante la carrera de trabajo se ha reducido en el área $BCC'B$ del diagrama y por el contrario el trabajo almacenado y vuelto a ceder durante la carrera de retroceso ha crecido en el área $E'GG'E$; el trabajo sacado fuera $BC'EG'B$, se ha reducido según esto respecto al área $BCEGB$, de la fig. 1, es estas áreas.

En el diagrama según la fig. 3, respecto al diagrama primitivo $BCEGB$, de la fig. 1, dibujado por trazos se ha aumentado en p'_2/p'_1 , la relación de presión, mientras que se ha conservado igual la relación de volumen $v_T/v_H \neq v_1$. Por este hecho la capacidad de trabajo en la carrera del mismo se ha aumentado en el área $CC'E'EC$, y el trabajo de expansión en la primera parte de la carrera de retroceso se ha aumentado también en el área $E'EGG'E'$.

Se ve pues que es posible eligiendo las relaciones de presión y de volumen variar dentro de amplios límites los valores del trabajo recibidos por un grado del compresor en la carrera de trabajo y cedidos en la carrera de retroceso y por tanto también la diferencia de ambos. De esta posibilidad se hace uso según el invento para en compresores de émbolo libremente volante y de forma no igual por ambos lados a su imagen en un espejo, se hacen actuar tanto en la carrera de trabajo como en la de retroceso por ambos lados de la máquina valores de trabajo lo más iguales posible y descargar así de la transmisión de trabajo el mecanismo de acoplamiento que produce la marcha solidaria y uniforme de la masa volante, prescindiendo quizás del accionamiento de grupos auxiliares como bombas de agua refrigerante o de combustible, cuyo consumo de trabajo es relativamente muy pequeño.

Si por ejemplo en un compresor de tres grados y émbolo libremente volante se previesen tres cámaras de compresión distribuidas desigualmente por los dos lados de la máquina y como se acostumbra universalmente en la





construcción de compresores, se distribuyese uniformemente en estos 3º el trabajo total necesario, o sea se previesen en los 3º, relaciones iguales de presión y de volumen, entonces en uno de los lados se recibirían $2/3$ y en el otro lado $1/3$ del trabajo total, mientras que $1/6$ de dicho trabajo total se debería transmitir de un lado al otro por el mecanismo de acoplamiento. Pero si según el invento las relaciones de presión en los dos grados dispuestos conjuntamente en uno de los lados de la máquina, se escogen más pequeñas que la relación de presión del otro grado situado solo por el otro lado de la máquina entonces el trabajo disponible se puede distribuir uniformemente por los dos lados de la dicha máquina. Así siendo sencilla la construcción de ésta (con un número mínimo de espacios de carrera) se logra una transmisión descargada y por tanto ligera y el aumentar la economía total por suprimirse las pérdidas de transmisión. En lugar o junto con la variación de la relación de presión puede también variarse la relación de volumen de los diversos grados (y precisamente en el mismo sentido que se ha indicado para la relación de presión). Por lo demás esta medida supone una reducción del trayecto de aspiración GB (Fig. 1) a la magnitud G'B (fig. 2) y por tanto de toda cantidad de gas de este grado aspirada por el émbolo a cada carrera. Pero esta reducción del trayecto de aspiración puede compensarse fácilmente agrandando correspondientemente el diámetro del émbolo, medida que puede también ser ventajosa bajo otro aspecto. En efecto, para descargar la transmisión no solo tiene importancia el reducir a un mínimo el trabajo que se ha de transmitir de un lado de la máquina al otro, sino que también la diferencia de los esfuerzos de los émbolos de los dos lados en todas sus posiciones debe ser la más pequeña posible. Según la experiencia esta diferencia es la mayor al final de la carrera de trabajo. Como ahora el esfuerzo del émbolo es igual al producto de la presión específica (p_1 ó p_2) por la superficie del émbolo, es conveniente escoger lo más grande posible la superficie de dicho émbolo de los grados por el lado de la máquina con menor número de éstos.

El valor de los esfuerzos del émbolo al final de la carrera de trabajo

puede también regularse en ciertos límites actuando sobre la presión p_2 haciendo ascender mas o menos escarpadamente por ejemplo según la línea OK la línea de expulsión OK' (fig. 1) horizontal y valdiera solo para un receptor de magnitud infinita, dando dimensiones correspondientes a dicho receptor al que se expulsa el gas, de suerte que se alcance una presión final más elevada p''_2 .

muchas veces también conviene el aumentar la superficie del émbolo de un grado más de lo que podría lograrse por aumentar la relación de volumen. Sin embargo por esto el volumen útil de la carrera del grado correspondiente, siendo fija la carrera del émbolo y de igual valor para todos los grados, resultaría demasiado grande, el trabajo recibido ascendería demasiado y se volvería a perturbar la distribución uniforme de dicho trabajo en ambos lados de la máquina. Para evitar esto se propone también según el invento de 1^o de varios grados expulsar de nuevo al comienzo de la carrera de trabajo una parte del volumen gaseoso aspirado, de suerte que por ejemplo en la fig. 1, el punto B, que señala el comienzo de la compresión sobre la línea B-G, se desplace hacia la izquierda.

Si este nuevo desplazamiento se prevé en un lado de baja presión de un compresor de aire, entonces la cantidad de éste nuevamente expulsada puede emplearse como afeitamiento al aire de purga impelido por una bomba para lo mismo. Esta bomba puede estar formada por el lado trasero de uno o de varios pistones del compresor. Naturalmente que también es posible prever una bomba especial de pistón para el aprovisionamiento de aire de purga, la cual entonces se dispondrá de manera que su consumo de trabajo pueda utilizarse para compensar las sumas de los importes de trabajo obtenidos para ambos lados de la máquina.

Si algunos grados del compresor tienen un diámetro mayor que el motor, entonces por el lado trasero de los pistones del compresor se forma una superficie diferencial igual a la superficie de los pistones del compresor reducida en la superficie de los pistones del motor. También esta superficie diferencial puede aprovecharse como superficie activa de los





pistones, por ejemplo como pistones de bombas de purga, como pistones de un grado del compresor o como de un almacenador de energía que recibe trabajo y lo devuelve después de la inversión del pistón. Siempre naturalmente las relaciones de presión y volumen aún de estos espacios de carrera se deberán escoger de suerte que los valores aquí eficaces de trabajo junto con los de los restantes grados del compresor proporcionen iguales sumas de trabajo para ambos lados de la máquina en la carrera de trabajo y en la de retroceso. Igualmente los almacenadores de energía que sin evacuar al exterior trabajo almacenan éste en la carrera del ascenso y lo vuelven a ceder en la carrera de retroceso se deberán calcular por lo que toca a su relación de presión y de volumen convenientemente con el fin de lograr una compensación total de la energía por ambos lados de la máquina.

El invento puede aplicarse en todas las máquinas de émbolos libremente volantes con consumidores de energía de varias gradaciones y con disposición de éstas por ambos lados que no sea la de su imagen en un espejo, por ejemplo en un compresor de 3º, con dos de éstos por un lado y un tercero por el otro lado de la máquina. Pero también tratándose de compresores con número par de gradaciones puede emplearse ventajosamente el invento pues precisamente en la máquina con émbolos libremente volantes conviene compensar los importes de trabajo eficaces en cada carrera por ambos lados, por consiguiente no en áreas iguales de los diagramas descritos en la carrera de vaivén (superficies de trabajo útil) de cada grado, sino en sumas iguales de las superficies del diagrama de ambos lados de la máquina que en cada momento quedan situadas entre la línea de presión variable y la línea $p=0$; estas superficies del diagrama pueden sin embargo ser de muy diverso tamaño siendo igual la distribución de las superficies de trabajo útil, de suerte que también aquí ofrece considerables ventajas la compensación según el invento.

La fig. 4, ilustra las características más esenciales del invento con el ejemplo de un compresor de 3 gradaciones y de émbolo libremente volante.

En el cilindro -1- del motor se mueven en sentido contrario los dos pistones 2, 3, manobrando el pistón -2- las ranuras de purga -4- y



el pistón -3-, las del escape -5-. El pistón -2- se une rígidamente mediante su prolongación -6- con el pistón -8- del compresor del primer grado de éste (cámara de trabajo 9) y con el pistón -21- del tercer grado (cámara de trabajo 22); el pistón -3- se une firmemente por intermedio de su prolongación -7- con el pistón -10- del segundo grado (cámara de trabajo 11). Las dos masas volantes así formadas 2, 6, 8, 21 y 3, 7, 10 se acoplan entre sí mediante dos pares de cremalleras -12, 12'- en movimiento exactamente opuesto y se acoplan también con ruedas intermedias dentadas -13- engranadas con las cremalleras y apoyadas en la caja del cilindro del motor. El primer grado -9- del compresor aspira el gas que se ha de impeler por las válvulas -14- y por las válvulas de presión -15- impele al receptor -16-, desde donde por las válvulas de aspiración -17- entra en el segundo grado -11-, se impele por éste a través de las válvulas de presión -18- al receptor -19- y desde aquí se lleva por la válvula de aspiración -20- al tercer grado -22-, para penetrar finalmente en la tubería de consumo por la válvula de presión -23-.

La relación de presión y volumen del segundo grado -11- del compresor se escoge en este caso mayor que en los otros grados para compensar entre sí los valores del trabajo de los dos lados en la carrera de trabajo y en la de retroceso. Para hacer también los esfuerzos de los émbolos de una magnitud lo más igual posible por ambos lados, en especial al final de la carrera de trabajo, el diámetro del pistón -10- del segundo grado se debe escoger relativamente muy grande; y para que este grado por efecto del volumen de trabajo grande así originado no presente tampoco un consumo demasiado grande ^{de} trabajo, se vuelve a expulsar una parte del gas aspirado. Para este objeto en el manto del cilindro de este segundo grado se prevén válvulas de presión -24-, por las que al empezar la carrera de trabajo se repele de nuevo al receptor -16- una parte del gas aspirado por las válvulas -17-, hasta que el émbolo -10- ha pasado de las válvulas -24-. También en el primer grado del compresor se prevén estas válvulas de expulsión -25- y el aire expulsado de nuevo por estas válvulas -25- sirve como aditamento al aire de purga impelido por la bomba de ésta y por una tubería -26- se lleva a la caja -33- del motor que sirve de



receptor del aire de purga. Como bomba de purga sirve por ejemplo el espacio -30- del cilindro del primer grado del compresor, cerrado por una pared -29-, vuelto al centro de la máquina y que limita con el lado trasero del pistón -8-, espacio que se provee de válvulas de aspiración -27- y de presión -28-. Esta bomba de purga aspira aire en la carrera de trabajo y lo impele en la de retroceso a su receptor -33-. Al valor del trabajo correspondiente a esta bomba de purga puede oponerse para descargar el mecanismo de acoplamiento un trabajo correspondiente que se habrá de suministrar por el émbolo -10- del segundo grado en su carrera de retroceso. Para este objeto se cierra por ejemplo el espacio -32- del segundo grado vuelto al centro de la máquina por medio de una pared -31- y se construye de tal manera como tope en el que tiene lugar una compresión en la carrera de retroceso. Tiene también lugar una compensación parcial cuando este espacio -32- se comunica con la atmosfera, pues entonces en la carrera de retroceso se ha de vencer la contrapresión atmosférica. Las relaciones de presión y volumen en los tres grados del compresor, -9, 11, 22- y en los espacios traseros de carrera -30-, 32- se escogen por tanto de manera que tanto en la carrera de trabajo como en la de retroceso los valores actuantes del trabajo de ambos lados sean aproximadamente iguales entre sí y por consiguiente quede descargado en alto grado el mecanismo de acoplamiento.

N O T A.
=====

Descrito suficientemente el presente invento lo que se declara como de novedad é invención propia, son las siguientes reivindicaciones:

- 25 1. - una máquina de émbolo libremente volante con compresor de varios grados y con masas de marcha opuesta acopladas entre sí para mantener el tiempo igual mediante una transmisión, caracterizada porque para descargar la transmisión de acoplamiento no distribuyénaose los espacios de la compresión como su imagen en un espejo por ambos lados de la máquina,
- 30 las relaciones de presión y volumen que determinan el trabajo que se recibe y que se cede en cada cámara de compresión, se escogen de manera



que las sumas de los trabajos obtenidos para los diversos espacios o cámaras de compresión sean lo más iguales posible entre sí para ambos lados de la máquina tanto en la carrera de trabajo como también en la de retroceso.

- 5 2. - Una máquina de émbolo libremente volante según el punto 1, caracterizada porque los números de graduaciones de cada lado de la máquina son diversos y las relaciones de presión de las graduaciones por el lado de la máquina con menor número de éstas son mayores que las relaciones de presión de los grados por el otro lado de la máquina.
- 10 3. - Una máquina de émbolo libremente volante según el punto 1, caracterizada porque siendo impar el número total de grados, las relaciones de volumen de los grados por el lado de la máquina con menor número de los mismos son mayores que las relaciones de volumen de dichos grados por el otro lado de la máquina.
- 15 4. - Una máquina de émbolo libremente volante según cualquiera de los puntos 1 á 3, caracterizada porque en uno o varios grados -11- se prevén órganos para manobrar la expulsión, mediante los cuales al comenzar la carrera de salida se puede volver a impeler al espacio intercalado por delante de los órganos de manobra de la aspiración del correspondiente
- 20 grado una parte del medio aspirado.
5. - Una máquina de émbolo libremente volante, según el punto 4, caracterizada porque el espacio -26- por detrás de los órganos -25- reguladores de la expulsión de un grado -9- de baja presión se acopla con los orificios de purga -4- del cilindro del motor, de suerte que la cantidad
- 25 de aire nuevamente expulsada constituye un auitamento al aire de purga impelido por una bomba de éste (formada por ejemplo por el espacio -30- que limita con el lado trasero del pistón -8- del primer grado).
6. - Una máquina de émbolo libremente volante según los puntos 1 á 5, caracterizada porque la bomba de pistón destinada a proporcionar el aire
- 30 de purga del motor se une con las masas volantes y se calcula en sus relaciones de presión y volumen de manera que el trabajo consumido por ella contribuya a compensar las sumas de los trabajos obtenidos por ambos lados de la máquina.



7. - Una máquina de émbolo libremente volante según los puntos 1 á 4, caracterizada porque se dispone de tal manera unos almacenadores de energía (topes) que durante una de las carreras reciben trabajo y luego después de la inversión del émbolo lo ceden de nuevo totalmente a las masas volantes en la próxima carrera opuesta y se calculan de manera respecto a sus relaciones de presión y volumen que el trabajo recibido o cedido por ellos contribuya a compensar las sumas de los trabajos obtenidos para ambos lados de la máquina.
8. - Una máquina de émbolo libremente volante, según los puntos 1 á 4, caracterizada porque él o los receptores a los que se expulsa el gas de los diversos grados, se calculan en su tamaño de manera que con el fin de compensar los esfuerzos de los pistones por ambos lados de la máquina se obtenga una línea ascendente de expulsión (p_1) y una presión (p_2') de expulsión correspondientemente aumentada.
9. - " Máquina de émbolo libremente volante con masas volantes de marcha opuesta " según se describe y reivindica en esta memoria descriptiva y se ilustra con los planos que a la misma se acompañan.

Consta esta descripción de once hojas foliadas y escritas a máquina por una sola de sus caras.

Madrid, á 12 de Mayo de 1934. -

Leocadio López y López. -

P.P.=

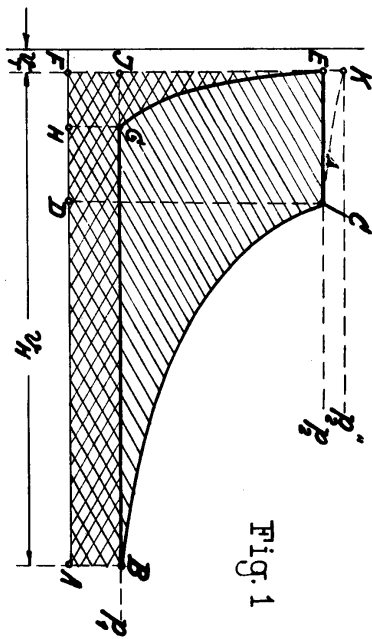


Fig. 1

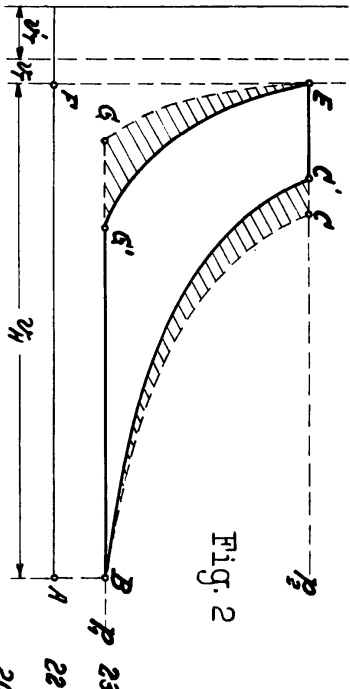


Fig. 2

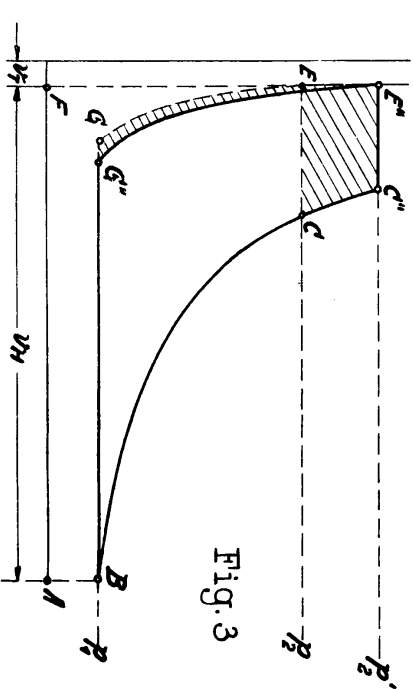


Fig. 3

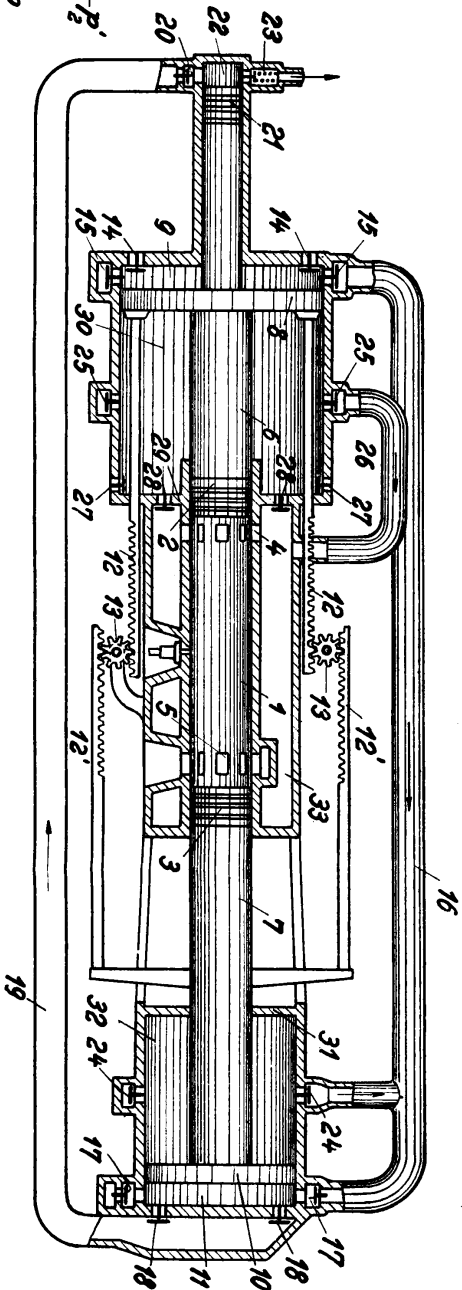


Fig. 4



Amann