



461383

ES 11 21 22

15 MAR. 1978

FECHA DE PRESENTACION  
5-8-77

AI

PATENTE DE INVENCION

20 PRIORIDADES:		
31 NUMERO	32 FECHA	33 PAIS
47 FECHA DE PUBLICIDAD	51 CLASIFICACION INTERNACIONAL C08 F	62 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA No 457.873
54 TITULO DE LA INVENCION  "UN PROCEDIMIENTO PERFECCIONADO PARA LA PRODUCCION DE POLIMERO"		
71 SOLICITANTE (ES)  UNION CARBIDE CORPORATION  C-10520-SP Div.		
DOMICILIO DEL SOLICITANTE  270 Park Avenue, Nueva York, Nueva York, 10017, Estados Unidos de América		
72 INVENTOR (ES)  Isaac Moked, Richard Herman Handwerk y Walter Renquist Marshall		
73 TITULAR (ES)		
74 REPRESENTANTE  D. ALBERTO DE ELZABURU IÑARQUEZ (P.- 66.549)		

El presente invento se refiere a la manipulación de polímeros y más en particular a la manipulación de composiciones de polímeros y constituyentes volátiles, tales como el polietileno y el etileno, y a medios para aumentar el rendimiento de los sistemas de combinar para estas composiciones.

Tal como se emplea aquí, el término "polímero (polímeros)" se entiende que significa homopolímeros orgánicos, copolímeros y mezclas polímeras, ya sea solos o ya sea conteniendo aditivos del tipo de los que normalmente se encuentran en el campo de los plásticos, por ejemplo, estabilizadores, cargas, ayudas para tratamiento, colorantes y otros aditivos (tales como aditivos antibloqueo, antioxidación y antiestáticos y similares).

#### Antecedentes

En la producción típica de polietileno de baja densidad, un reactor descarga una corriente que es una mezcla de polímero y materiales que no han reaccionado en un receptor de producto. El receptor de producto funciona a una presión sustancialmente inferior a la presión del reactor y el flujo de la descarga del reactor es controlado por la válvula de producto. En el receptor de producto, la parte principal de los materiales que no han reaccionado es retirada debido a la vaporización súbita que resulta de la caída de presión experimentada por la mezcla. El material vaporizado súbitamente, corrientemente denominado como el gas de retorno, es subsiguientemente hecho retornar al reactor. El material polimerizado restante se alimenta en el receptor de producto y contiene todavía algunos materiales no hechos reaccionar, los cuales son separados en el resto del sistema de recupe-

ración de polímero.

El polímero descargado desde el receptor de producto es alimentado a un extruidor a través de un sistema de control de flujo de polímero. El extruidor desempeña dos  
5 funciones en este sistema: la desvolatilización final para separar el material no hecho reaccionar restante; y el bombeo del polímero a través de un paquete de filtro de rejilla, si se usa, y de una placa de matriz nodulizadora.

El material entra por el lado del extruidor y los materiales no hechos reaccionar se vaporizan súbitamente y  
10 forman una esponja que tiene una densidad muy baja. Por consiguiente, es necesario un extruidor que tenga una capacidad de transporte volumétrico muy grande en la sección de alimentación para manipular el material mientras está teniendo lugar la desvolatilización final. Normalmente, se requiere  
15 un extruidor que tenga un tornillo de dos diámetros, o bien un tornillo de un solo diámetro de sobremedida, para obtener la capacidad de transporte para manipular el material que entra en el extruidor. En algunas instalaciones,  
20 una parte del material vaporizado súbitamente es separada del extruidor a través de una chimenea de aireación.

A medida que se aumenta el régimen de producción de los reactores de polietileno de baja densidad sencillo, se necesitan extruidores cada vez mayores, lo cual llega a  
25 ser tan caro que resulta prohibitivo. En un esfuerzo para eliminar el uso de extruidores de dos diámetros o de extruidores de sobremedida, algunas unidades existentes han sido modificadas para incluir una operación secundaria de separación de etileno (vaporización súbita) aguas arriba de  
30 la entrada del extruidor a continuación de la operación

primaria de separación de etileno (vaporización súbita) en el receptor de producto.

5 Este sistema sifiere del extruidor alimentado por un costado, del tipo con chimenea de aireación montada en la parte superior, en que el material es alimentado a la parte superior de la chimenea de aireación y esencialmente todos los materiales no hechos reaccionar que quedan son liberados antes de que la corriente de polímero entre en el extruidor. Con esto se proporciona al extruidor un ma-  
10 terial que tiene una densidad mucho mayor y se elimina la necesidad de extruidores de dos diámetros o de extruidores de un solo diámetro grande. Quedan entonces separadas las funciones de desvolatilización y de bombeo del sistema original de extruidor de dos diámetros, es decir, la desvola-  
15 tilización final se efectúa en la chimenea de aireación y solamente se efectúa el bombeo de polímero mediante el extruidor. No obstante, los extruidores bombean polímero desarrollando para ello resistencia viscosa, y son bombas de muy poco rendimiento.

20

#### Resumen del Invento

El presente invento es de utilidad en un sistema de recuperación de plástico en el cual el polímero producido en un reactor es parcialmente desvolatilizado en un receptor de producto, transferido a la parte superior de una  
25 chimenea de aireación para desvolatilización adicional y alimentado por inundación a una bomba de engranaje de baja altura de aspiración positiva neta.

30

El uso de la bomba de engranaje especialmente diseñada del presente invento, que tiene un espacio libre de llenado rodeando sustancialmente a toda la periferia de las

30

ruedas dentadas, permite una interacción del material que es bombeado originada por las ruedas dentadas giratorias y el cuerpo de la bomba por encima de las zonas de obturación para generar presión superior a la presión de entrada de la bomba, similar a la generación de presión que tiene lugar en un alojamiento hidromático, para facilitar el llenado de las cavidades de diente de la rueda dentada. Además, las áreas de cizalladura y la disipación de energía en la cizalladura son de un orden de magnitud inferior al de las bombas volumétricas comparables.

Concretamente, la bomba de engranaje incluye un par de ruedas dentadas giratorias que engranan entre sí, rodeadas por una cámara de llenado que aumenta de volumen hacia la entrada de la bomba. Se prefiere, aunque no es esencial, una orientación horizontal de los ejes de las ruedas dentadas. Las ruedas dentadas obturan con el alojamiento en un área de obturación mínima dimensionada para obturar sustancialmente toda la distancia entre los dientes adyacentes a través de toda la longitud axial cerca de la salida de la bomba, teniendo dicha salida un área de sección transversal de un valor comprendido entre 0,2 y 2,0 veces el producto de la altura del diente de rueda dentada por la anchura de la cara de la rueda dentada.

La salida, la cual está dimensionada para acoplarse con la bomba de engranaje, es de forma preferiblemente rectangular, con la dimensión mayor paralela a los ejes de las ruedas dentadas. La salida, sin embargo, puede ser de forma circular, ovalada o de cualquier otra forma de sección transversal que se desee desde el punto de vista del funcionamiento.

En algunos sistemas de tratamiento de polímeros en los que el polímero es descargado en forma de una cuerda, se prevé un par de rodillos inmediatamente encima de las ruedas dentadas. Los rodillos tiran de la cuerda de polímero llevándola a un área de carga entre los rodillos y las ruedas dentadas para llenar las cavidades de la rueda dentada y también densificar el polímero esponjado.

Se expone la instrumentación adecuada para vigilar los parámetros de la bomba, para proporcionar control de la viscosidad en la conducción y del régimen de producción.

Así, las características que se describirán con mayor detalle en lo que sigue incluyen un sistema completo de recuperación de polímero de baja densidad, el cual incluye una nueva bomba de engranaje.

Otra característica es una nueva estructura de bomba de engranaje para manipular un amplio margen de regímenes de producción.

Otra característica es una bomba de engranaje que tiene posibilidades de carga de rodillos para bombear el material polímero producido en forma de cordón o cuerda.

Todavía otra característica es la previsión de inyección de aditivo en la conducción en la bomba del sistema de recuperación y la construcción modular del cuerpo de la bomba, de las ruedas dentadas y de los rodillos de alimentación.

Estas y todavía otras características se pondrán fácilmente de manifiesto de los dibujos y de la exposición que sigue.

#### Breve Descripción de los Dibujos

La Fig. 1 es una vista esquemática de un sistema

de recuperación de baja energía de acuerdo con el presente invento;

La Fig. 2 es una vista en corte a escala ampliada de una bomba de engranaje para uso en el sistema de recuperación de baja energía de la Fig. 1;

La Fig. 3 es una vista en corte con ciertas partes arrancadas para mayor claridad, tomada en general a lo largo de la línea 3-3 de la Fig. 2.

La Fig. 4 es una vista en planta tomada en general a lo largo de la línea 4-4 de la bomba de la Fig. 2.

La Fig. 5 es una vista en corte de una bomba de engranaje con rodillos de alimentación para manipular la alimentación en forma de cuerda;

La Fig. 6 es una vista en corte tomada a lo largo de la línea 6-6 de la Fig. 5;

La Fig. 7 es una vista en planta de la bomba de la Fig. 5;

Las Figs. 8A y 8B son vistas esquemáticas que ilustran sistemas de combinar equipados con la bomba de las Figs. 2 y 5, respectivamente.

La Fig. 9 es una vista esquemática que ilustra el uso de una bomba de engranaje del presente invento en combinación con una matriz o molde de extrusión en un procedimiento de fabricación;

La Fig. 10 es una vista en corte de una bomba de engranaje modular con rodillos de alimentación en la que toda la sección de cilindro de entrada/rueda dentada es sustituible;

La Fig. 11 es una vista en corte tomada a lo largo de la línea 11-11 de la Fig. 10;

La Fig. 12 es una vista en corte de una bomba de engranaje modular en la que el cuerpo está formado por dos mitades para aumentar la anchura de la rueda dentada mediante adiciones modulares;

5 La Fig. 13 es una vista en corte tomada a lo largo de la línea 13-13 de la Fig. 12;

La Fig. 14 es una vista en planta de una bomba de engranaje modular con rodillos de alimentación en la que las ruedas dentadas y los rodillos son modulares para aumentar la capacidad de la bomba;

10

La Fig. 15 es una vista en corte tomada en general a lo largo de la línea 15-15 de la Fig. 14;

La Fig. 16 es una vista en corte tomada en general a lo largo de la línea 16-16 de la Fig. 15;

15 La Fig. 16A es una vista en corte similar a la de la Fig. 16 que ilustra un accionamiento externo para los rodillos de alimentación;

La Fig. 17 es una vista en alzado lateral con ciertas partes arrancadas en corte, que ilustra una realización de bomba de engranaje completamente modular; y

20

La Fig. 18 es una vista en alzado frontal de la bomba de la Fig. 17 con ciertas partes arrancadas, en corte.

#### Descripción Detallada de una Realización Preferida

Aunque este invento es susceptible de realizarse en muchas formas diferentes, se ha representado en los dibujos y se describirá aquí en lo que sigue con detalle una realización preferida del invento, y modificaciones a la misma, en la inteligencia de que la presente exposición ha de considerarse como un ejemplo de los principios del invento y no está destinada a limitar el invento a las rea-

25

30

lizaciones ilustradas.

El Sistema de Recuperación

En la Fig. 1 se ilustra un sistema integrado para la producción de polietileno de baja densidad de acuerdo con el presente invento. En un reactor (no representado) es producida una composición de polietileno líquido y etileno arrastrado, como es bien sabido en la técnica. La composición es descargada desde el reactor a través de la conducción 10 a un receptor de producto 12. El flujo de mezcla al receptor de producto 12 es controlado por una válvula de producto 14 y por una válvula 16 de alivio de la presión en la conducción 10. La masa del gas etileno arrastrada es separada de la mezcla por vaporización súbita en el receptor de producto 12 y el gas etileno así separado es condensado y devuelto al reactor a través de la conducción 12A para nuevo uso. El polietileno parcialmente desvdatilizado se recoge en la parte inferior del receptor de producto 12 y es transferido a través de la conducción 20 a la entrada de la chimenea 22 de aireación.

La transferencia del polietileno líquido a la chimenea de aireación es efectuada por un gradiente de presión que existe entre el receptor de producto 12 y la chimenea de aireación 22. El receptor de producto funciona a presiones del orden de  $75 \text{ kg/cm}^2$  o superiores, y la chimenea de aireación es hecha funcionar a presiones iguales o ligeramente superiores o inferiores a la presión atmosférica. El caudal de polietoleno a la chimenea de aireación 22 es controlado por una válvula 24 de control de la elimentación en la conducción 20, y en el receptor de producto es mantenido un nivel suficiente de polietileno líquido para impe-

dir la purga de etileno directamente a la chimenea de aireación.

5 Al entrar el polietileno en la chimenea de aireación 22, sustancialmente la totalidad del etileno arrastrado que queda se vaporiza súbitamente de la mezcla debido a la relación de equilibrio de presión en la presión de la chimenea de aireación. La baja presión en la chimenea de aireación y la separación del etileno se consiguen a través de una conducción de retorno 26 la cual incluye unos 10 medios de bombeo 28, tales como una tobera de venturi o conducción de vacío. El fluido de retorno en la conducción 26 es recogido para nuevo tratamiento en el reactor.

15 La masa fundida P de polietileno sedimenta en la chimenea de aireación y se permite que alcance un nivel L de líquido. La parte inferior de la chimenea de aireación 22 está en comunicación de fluido con una bomba de engranaje 30, que se describe con mayor detalle en lo que sigue, a través de una parte de salida cónica 22A. El nivel del polímero líquido en la chimenea de aireación es mantenido 20 preferiblemente tal que la interfase de polietileno-etileno está por encima de la entrada de la bomba y el diámetro de la chimenea de aireación es tal que la caída de presión originada por la masa de polímero que fluye es igual a, y preferiblemente menor que, la altura de presión formada por 25 el nivel de líquido del polímero. Así, la bomba de engranaje 30 es alimentada por inundación por el polímero líquido P en la chimenea de aireación.

30 La bomba de engranaje 30 es accionada por un accionamiento de velocidad variable 32 y un acoplamiento de par 34 para extraer polímero de la parte inferior de la chime-

nea de aireación y bombearlo bajo presión a través del conducto 36 a un nodulizador 38 para tratamiento final y entrega del polímero a la tolva 40 de producto.

5 El control del sistema es proporcionado por un control 42 de tratamiento central el cual, además de vigilar la función y el funcionamiento del reactor, como es sabido en la industria, vigila y controla el equipo antes mencionado. Más concretamente, un controlador 44 de nivel de líquido, el cual puede ser del tipo de desplazamiento o del tipo de régimen, como se analiza más detalladamente en lo que sigue, percibe el nivel (o el régimen de cambio de nivel) de polímero en la chimenea de aireación. Esta variable es utilizada por el control de tratamiento 42 para fijar el accionamiento 32 de velocidad variable para garantizar un funcionamiento de alimentación por inundación y la posibilidad de plena capacidad de la bomba. Además, el control de nivel puede ser utilizado para proporcionar una indicación de los regímenes o caudales de producción, como se estudia en lo que sigue.

10  
15  
20  
25  
30  
Adicionalmente, la unidad de control de tratamiento vigila la entrada de potencia a la bomba, y las presiones y temperaturas de entrada y salida a la bomba a través de las conducciones 46. Los instrumentos exactos para vigilar estas variables son bien conocidos en la técnica de la instrumentación e incluyen medidores de par, transductores de presión, mecánicos o eléctricos, por ejemplo, transductores piezoeléctricos y termopares o termistancias, respectivamente. A partir de estas variables se consigue vigilar la viscosidad en la conducción. La viscosidad está relacionada inversamente con el índice de fusión del producto, el cual

es una variable de control principal para control del reactor en la producción de polímeros. Así, estas variables medidas son realimentadas a la unidad 42 de control del tratamiento, para proporcionar control de la producción de polímero en el reactor.

#### La Bomba de Engranaje

En las Figs. 2-4 se ilustra la bomba de engranaje 30 diseñada específicamente para proporcionar una altura de aspiración positiva neta mínima y una capacidad mejorada de bombeo de polímero. La bomba 30 es de construcción modular e incluye una estructura de entrada 50, un alojamiento 52 de ruedas dentadas, y una camisa 54 de vapor de agua. La estructura de entrada 50 incluye dos elementos similares a placas 50A y 50B de configuración de forma en general de L y que tienen partes extremas de enclavamiento mutuo 50C y 50D, como se ha ilustrado mejor en la Fig. 4. La estructura de entrada 50 está acoplada a una pestaña periférica 22B en la salida de la chimenea de aireación 22A y al alojamiento 52 de ruedas dentadas, por una pluralidad de elementos de sujeción 56, Fig. 2.

El alojamiento 52 de ruedas dentadas es en general rectangular en cuanto a dimensiones exteriores e incluye una parte de pestaña superior 52A, la cual apoya a tope contra la superficie inferior de la estructura de entrada 50, y paredes laterales que definen una cámara 58 de rueda dentada en su superficie interior y que se estrechan hacia abajo en dos superficies exteriores opuestas 60 para definir la superficie interior de una cámara de vapor de agua. Las camisas 54 de vapor de agua están montadas de modo separable en el alojamiento 52 de ruedas dentadas por medios no

representados y complementan los lados 60 estrechados para formar una cámara de vapor de agua alrededor de la bomba de engranaje. Las camisas de vapor de agua incluyen una entrada 54A de vapor de agua y una salida 54B de condensado para admitir vapor de agua desde una fuente (no representada) para mantener la bomba a una temperatura superior a la temperatura de fusión del polímero. Como alternativa, se pueden utilizar pasos, tales como pasos perforados, descritos en lo que sigue, en una configuración de cuerpo de bomba macizo.

Con referencia en particular a las Figs. 2 y 3, la estructura de entrada 50 define una entrada 66 cuya anchura (paralela al eje de la rueda dentada), es aproximadamente igual a la anchura de la rueda dentada, Fig. 3, y cuya longitud mínima (perpendicular al eje de la rueda dentada) se estrecha hacia abajo para complementar la cámara 58 de ruedas dentadas.

En el alojamiento 52 de ruedas dentadas hay situadas un par de ruedas dentadas 70 giratorias que engranan entre sí. Se puede emplear cualquiera de entre una gran diversidad de pares de ruedas dentadas, siendo las preferidas las ruedas dentadas bihelicoidales que engranan entre sí.

Como se ha ilustrado en la Fig. 3, un par de ruedas dentadas 70 bihelicoidales o con dientes en ángulo que engranan entre sí, están montadas para rotación en el alojamiento 52 de ruedas dentadas por medio de cojinetes o casquillos 71 y placas extremas 72. Una de las ruedas dentadas (la rueda dentada de accionamiento) incluye un eje de accionamiento 70A el cual se extiende hacia fuera desde

La bomba de engranaje para se acoplado al acoplamiento de par 34 y proporcionar con ello entrada de fuerza a la bomba. La otra rueda dentada es accionada por la relación de engrane de las ruedas dentadas bihelicoidales.

5                   Casquillos 71 están lubricados por la masa fundida de polímero y, como se estudia en lo que sigue, proporcionan unos medios para vigilar la viscosidad de la masa fundida de polímero. La longitud y el diámetro de los casquillos y las holguras son tales que las fugas de alta presión se reducen al mínimo por un efecto de estrangulación.

10                   La cámara 58, en la cual están situadas las ruedas dentadas 70 que engranan, está diseñada para conseguir una entrada de mínima restricción del flujo de polímero para mejorar el rendimiento volumétrico. Sustancialmente

15                   todas las caras de las ruedas dentadas están expuestas al espacio libre de medio (el volumen entre las caras de las ruedas dentadas y las paredes de la cámara 58). Esta configuración permite el desarrollo de un gradiente de presión dentro del espacio libre de medio, para facilitar el llenado de las cavidades entre dientes de rueda dentada con polímero.

20                   Para conseguir el gran espacio libre de medio necesario y seguir proporcionando la necesaria obturación entre la salida 103 y la entrada de baja presión de la bomba, deben reducirse al mínimo la abertura 103 de descarga de la

25                   bomba y la zona de obturación 74. La parte de la salida 103 en comunicación directa con la cámara de ruedas dentadas define una abertura de forma en general rectangular que tiene una anchura 103A, Fig. 3, igual a la anchura de la cara de la rueda dentada y una longitud 103B, Fig. 2, igual a

30

aproximadamente la altura del diente de rueda dentada.

La salida está definida, en parte, por piezas de inserción 75 de zona de obturación de alta resistencia al desgaste, las cuales están aseguradas de modo desmontable a un asiento 58A en el alojamiento de ruedas dentadas, por ejemplo por tornillos, no representados. Cada zona de obturación se extiende desde la punta 75A de las piezas de inserción 75 en una distancia circunferencial al menos igual a la distancia entre dientes adyacentes a través de toda la longitud axial de las ruedas dentadas para proporcionar una obturación eficaz entre los dientes de las ruedas dentadas y el alojamiento de las ruedas dentadas. El principio de la zona de obturación se ha indicado en general por el número 75B, y la obturación se extiende hasta la punta 75A. Debe hacerse notar que una longitud de la obturación mayor que la que se acaba de especificar no aumenta de modo significativo de la eficacia de la obturación.

La superficie interior de la cámara 58 aumenta en dimensiones desde el principio de la obturación 75B según una curva suave continua, para unirse a la cámara 66 de estructura de entrada justamente por encima de la parte superior de las ruedas dentadas 70. En una realización de bomba, la cámara de ruedas dentadas o límite del espacio libre de medio se extendían desde una posición 75B a 53° por debajo de la horizontal, pasando por el centro del eje de la rueda dentada, en un arco circular hasta una posición a 15° por debajo de la horizontal, para proporcionar una distancia radial entre la punta del diente y la superficie de la cámara de 12,7 mm en ese punto, y se extendía linealmente desde el punto a 15° hasta la parte superior de la bomba.

En general, la relación de la expansión del espacio libre de medio a la distancia circunferencial (medida desde el extremo de la zona de obturación 75B) se optimiza de acuerdo con la teoría de la lubricación para conseguir un radio hidráulico creciente en el espacio libre de medio para llenar las cavidades de diente de rueda dentada con polímero. El espacio libre de medio aumenta desde la zona de obturación 75B para producir un gradiente de presión máximo en un punto preferiblemente por debajo de la altura horizontal de los ejes de las ruedas dentadas. La configuración óptima del espacio libre de medio es función del polímero particular que sea bombeado. Una relación de la holgura (de diente de rueda dentada a pared de cámara) a la distancia circunferencial desde la zona de obturación del orden de aproximadamente 0,2 a 0,9, es un valor típico para polímeros que tengan viscosidades comprendidas en el margen de 14,1 a 98,4 g. seg/cm<sup>2</sup>, respectivamente.

Con referencia en particular a las Figs. 2 y 3, la salida 103 cambia de la abertura similar a una ranura adyacente a las ruedas dentadas a una salida de descarga circular 103C en su extremo inferior, la cual está en comunicación de fluido con el conducto 36.

Las ruedas dentadas bihelicoidales 70 pueden tener ángulos de hélice que lleguen hasta 30°; no obstante, se prefieren ángulos de hélice menores, de 15° o menos, para evitar fugas en el engrane entre ruedas dentadas. Más preferiblemente, se usan ruedas dentadas bihelicoidales con un ángulo de hélice de 7° - 10° para evitar que quede atrapado polímero en las cavidades de los dientes. Se prefiere el uso de ruedas dentadas bihelicoidales al de ruedas den-

tadas helicoidales constantes o cilíndricas de dientes rectos debido al menor esfuerzo que carga a las ruedas dentadas y al alojamiento, que se consigue con las ruedas dentadas bihelicoidales.

5

El uso de una bomba de engranaje y, más en particular, una bomba de engranaje con ruedas dentadas bihelicoidales proporciona economías en cuanto a inversión de capital, costes de explotación y por mejor rendimiento en comparación con los extruidores de tornillo usados para el sistema de recuperación de polímero. Más concretamente, para un sistema de recuperación capaz de manipular de 13.590 a 22.650 kg/hora, el coste de la inversión en el sistema puede ser de hasta un 50% menor para un sistema dotado de bomba de engranaje. En los sistemas de recuperación de bomba de engranaje para las capacidades indicadas, las necesidades de potencia variaban de 7 a 17 caballos de vapor, frente a los 35 a 60 caballos de vapor para un sistema de extruidor comparable. Una reducción comparable en cavallos de vapor en el eje equivale a unas economías de coste anual, para un sistema de 22.650 kg/hora, del orden de 150.000 dólares de los EE.UU. al años, en la hipótesis de que el precio de la electricidad sea de 3,6 centavos de dólar de los EE.UU. por kilovatio hora.

10

15

20

25

30

Finalmente, el trabajo de disipación por cizalladura viscosa se reduce grandemente mediante el uso de la bomba de engranaje, en comparación con el uso de un extruidor de tornillo. La reducción en este trabajo es de aproximadamente un orden de magnitud. Esta reducción, por supuesto, se traduce en una disminución en el aumento de temperatura del polímero al pasar éste a través de la bomba de en-

granaje. Con la bomba de engranaje de este invento se han experimentado aumentos de temperatura en régimen uniforme de 10 a 40°C, en comparación con aumentos de 10°C a 35°C para un extruidor de tornillo comparable. El menor aumento de la temperatura proporciona mejores propiedades de control del producto y menor degradación térmica del producto de polímero.

El ángulo de hélice del diente de la rueda dentada y el espacio libre de medio de la bomba de engranaje proporcionan mejora de la manipulación y del rendimiento volumétrico. En la Tabla I se indica una comparación de los parámetros de funcionamiento para varias configuraciones, la cual ilustra los efectos del ángulo del diente de la rueda dentada y del espacio libre de medio en el comportamiento de la bomba de engranaje. Entre los tipos de cuerpo se incluye el descrito en lo que antecede y designado como "LLENO", y uno designado por "MIN", el cual tiene una dimensión de entrada del espacio libre de medio situada a 25° por encima del eje horizontal de la rueda dentada y extendida desde el mismo en un arco circular hasta una posición a 20° por debajo del eje horizontal de la rueda dentada (el principio de la zona de obturación). Cada unidad fue equipada con ruedas dentadas bihelicoidales con los ángulos de hélice indicados y con formas de salida idénticas.

De la tabla I, se observará que la configuración de espacio de medio LLENO, es decir, la configuración de entrada menos restringida, proporcionaba capacidades volumétricas que eran esencialmente constantes para la gama de productos ensayados. La bomba de engranaje del presente invento es esencialmente insensible a las condiciones de vis-

cosidad y presión con respecto a su capacidad de bombeo, y sus rendimientos volumétricos son esencialmente del 100% en un margen de velocidades del círculo primitivo de la rueda dentada de hasta 45 m/min.

5 Las designaciones MIN y LLENO (Full), así como las características de la estructura de bomba dadas en relación con la Tabla I, son realizaciones ilustrativas y no deberá interpretarse como que fijan los límites del invento del solicitante. Los valores relacionados en las seis  
10 primeras columnas de izquierda a derecha representan ensayos breves relativos a características máximas de la bomba de engranaje, mientras que las dos últimas columnas representan condiciones de funcionamiento en régimen uniforme, a largo plazo, para un sistema de reactor que tiene los  
15 regímenes de producción indicados.

Una ventaja adicional de la bomba de engraneje es un aumento de la recuperación en el funcionamiento del sistema. A diferencia del sistema de extruidor de tornillo, el cual es sumamente sensible a la viscosidad del polímero,  
20 por ser la bomba de engraneje una bomba volumétrica continuará bombeando incluso aunque se experimenten grandes cambios de viscosidad. Un extruidor, por otra parte, habría de ser detenido y limpiado, cuando se introdujesen dentro del mismo una alta o una baja viscosidad. Por consiguiente,  
25 se disminuye el tiempo de inactividad del reactor y se aumenta grandemente la fiabilidad con la bomba de engranaje.

TABLA I

Tipo de cuerpo	Min.	Min.	Lleno	Min.	Lleno	Min.	Lleno	Lleno	Lleno
Angulo de rueda dentada (grados)	30	15	15	15	15	15	15	15	15
Indice de Fusión	5,7	5,7	2,1	2,1	0,1	0,1	0,1	0,1	2,1
Caudal (kg/hora)	4.530	4.077	3.850	4.077	3.443	3.941	1.495	1.364	
RPM	120	103	101	101	94	97,6	37	34	
kg/Rev	0,630	0,661	0,634	0,679	0,602	0,275	0,666	0,670	
Rendimiento Volumétrico (%) (densidad de Esponja de 480 g/l)	93%	97%	93%	99+%	90%	99%	98%	99%	
T entrada (°C)	-	277	270	260	280	271	281	273	
T salida (°C)	-	288	282	268	-	276	283	276	
P entrada (kg/cm <sup>2</sup> manométricos)	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	
P salida (kg/cm <sup>2</sup> manométricos)	59,5	59,5	98	94,5	196	217	137,9	57,4	

Vigilancia de la Viscosidad en la Conducción y Control del Reactor.

Como se ha descrito anteriormente, el sistema de recuperación de bomba de engranaje incluye instrumentos que miden la potencia de entrada y las presiones y temperaturas de entrada y de salida de la bomba. A partir de esta información; las señales son condicionadas para proporcionar un sistema de vigilancia de la viscosidad en la conducción, la cual está en relación con el índice de fusión del producto, como es sabido en la técnica. Esta señal se usa además para vigilar el índice de fusión del producto a través de la vigilancia de la viscosidad y se realimenta al sistema de control de la reacción para control del índice de fusión en circuito cerrado. Puesto que los componentes de instrumentación para efectuar las mediciones individuales de estas variables son bien conocidos en la técnica de la instrumentación, no se efectuará una descripción detallada de los mismos. No obstante, se describirá con detalle la manipulación de estos datos para conseguir vigilancia de la viscosidad y control del régimen o caudal de producción.

La potencia en caballos de la bomba de engranaje es la suma del trabajo de bombeo volumétrico y del trabajo de disipación viscoso. El trabajo de disipación viscoso se debe principalmente al trabajo de disipación viscoso en los cojinetes de la bomba. Suponiendo que toda la disipación viscosa tenga lugar en los cojinetes de la bomba, la potencia total puede ser representada por:

$$HP = \mu \times VA + Q \Delta p \quad [1]$$

Donde  $\mu$  = viscosidad del material en los cojinetes;

$\gamma$  = régimen de cizalladura en los cojinetes;

$V$  = velocidad superficial del eje en los cojinetes;

$A$  = área total superficial del eje en el cojinete =  
 $=\pi LD$ .

5  $Q$  = volumen del material que es bombeado; y

$\Delta p$  = diferencia de presión a través de la bomba.

La potencia total puede también representarse por:

$$HP = 2\pi TN \quad (2)$$

donde  $T$  = par; y  $N$  = velocidad de rotación.

10 Además, el régimen de cizalladura ( $\gamma$ ) puede representarse por:

$$\gamma = \pi DN - C \quad (3)$$

donde:  $D$  = diámetro del cojinete;  $C$  = holgura del cojinete; y  $Q$  puede ser expresada por:

15  $Q = qN \quad (4)$

donde:  $q$  = desplazamiento/revolución.

Combinando estas ecuaciones y usando constantes para los parámetros fijos, se obtiene la siguiente relación:

20  $M = k_1 \frac{T}{N} - k_2 \frac{\Delta p}{N} \quad (5)$

donde:

25  $k_1 = \frac{2C}{\pi^2 D^3 L} \quad \text{y} \quad k_2 = \frac{qC}{\pi D^3 L}$

El último término ( $k_2 \frac{\Delta p}{N}$ ) puede ser eliminado para un modelo simplificado para obtener:

$$M = k_1 \frac{T}{N} \quad (6)$$

En experimentos realizados en instalaciones, las medidas de par y de velocidad produjeron determinaciones de

viscosidad que concordaban estrechamente con los análisis de índices de fusión de laboratorio de los materiales en tratamiento.

5 El modelo puede ser modificado para incluir los efectos de la temperatura del producto en los sistemas de vigilancia de la viscosidad, midiendo para ello la temperatura del producto en la entrada o la salida de la bomba. Esta modificación tiene sólo un ligero efecto sobre las determinaciones de la viscosidad, ya que la temperatura  
10 del material en los cojinetes alcanzará un valor que depende principalmente de la velocidad de la bomba y de la viscosidad del material, más que de las temperaturas de entrada o salida de la bomba. En efecto, las variaciones de temperatura del producto que es tratado tendrán un pequeño efecto sobre las determinaciones de la viscosidad  
15 en la conducción.

Debido a la relación no lineal entre el índice de fusión y la viscosidad y a las hipótesis de simplificación en el modelo, la viscosidad puede no ser siempre una viscosidad real, pero la misma proporcionará una indicación  
20 de tendencia, que es uno de los criterios principales que se necesitan para sistemas de control de circuito cerrado.

#### Indicación del Régimen de Producción

25 El nivel L en la chimenea de aireación 22 puede ser mantenido en un nivel fijo variando para ello la velocidad de la bomba lo que sea necesario para mantener un nivel fijo usando un equipo de control de punto fijo usual. Cuando se use este tipo de control de nivel de la chimenea de aireación, el régimen de producción instantáneo es directamente proporcional a la velocidad de la bomba y puede  
30

medirse mediante un tacómetro para proporcionar datos de régimen de producción al control 42.

5 La velocidad de la bomba de engranaje puede también controlarse usando la señal de nivel de chimenea de aireación continua para controlar directamente la velocidad de la bomba de engranaje. En este modo de funcionamiento, un régimen de producción más alto tendería a llenar la chimenea de aireación hasta un nivel más alto y además el uso directo de la señal de nivel continua para el control de velocidad de la bomba de engranaje aumentaría la velocidad de la bomba proporcionalmente al cambio de nivel. En el funcionamiento normal, esto conduce a un nivel de chimenea de aireación más alto y a una velocidad de bomba más alta para los más elevados regímenes de producción que están asociados con los materiales de más alto índice de fusión. Por consiguiente, se puede usar el nivel de chimenea de aireación como indicación del régimen de producción instantáneo.

#### Bomba de Engranaje Modificada

20 En las Figs. 5-7 se ilustra una bomba de engranaje modificada 130 de este invento para uso en sistemas de recuperación de polímero en los cuales el polímero es descargado en forma de una cuerda pegajosa R, representada en líneas de trazos en la Fig. 5.

25 El uso de la bomba de engranaje 30, descrito en lo que antecede, en un sistema de descarga de cuerda de polímero, tendería a empujar a la cuerda contra un lado de la entrada de la bomba, debido a la rotación de las ruedas dentadas 70. Esto conduciría a una menor capacidad de bombeo, ya que la cuerda alimentaría solamente a una rueda dentada

o, posiblemente, puentearía la entrada de la bomba dando por resultado una pérdida de bombeo.

Para evitar que se produzcan estas situaciones y para proporcionar una presión de entrada positiva a las ruedas dentadas, se modifica la bomba 30 para conseguir la bomba 130. Los elementos comunes de la bomba 30 y de la bomba 130 se han numerado de modo correspondiente, y no se repetirá una descripción detallada de estos elementos comunes.

Debido a la construcción modular de la bomba de engranaje 30, solamente es necesario retirar y sustituir la estructura de entrada 50 por la estructura de entrada modificada 150 para conseguir la alteración de la bomba.

Para manipular la cuerda R, un juego de rodillos 152 está situado en la entrada de la bomba para retirar de la cuerda al interior de la bomba y proporcionar una presión de entrada positiva para llenar las cavidades de diente de la bomba y densificar además el polímero, si el mismo está en un estado esponjado.

Con referencia en particular a la Fig. 6, cada rodillo 152 incluye una parte de rodillo cilíndrico 152A, un par de ruedas dentadas extremas helicoidales 152B, las cuales engranan con las ruedas dentadas bihelicoidales de la rueda dentada asociada 70 debajo de cada rodillo, y ejes cortos que se extienden axialmente 152C. Los ejes 152C están montados para rotación en la estructura de entrada 150 mediante cojinetes 154. De esta manera cada rodillo 152 es accionado por su rueda dentada bihelicoidal asociada en los sentidos indicados en la Fig. 5.

Para materiales de esponja de muy baja densidad, es preferible accionar los rodillos 150 independientemente

5 de las ruedas dentadas 70 para obtener regímenes de alimentación deseados a la bomba. Esto puede conseguirse situando la rueda dentada yuxtapuesta 152B en cada rodillo de tal modo que engranen entre sí, pero no con las ruedas dentadas bihelicoidales 70, y proporcionando un accionamiento externo.

10 Como se ha ilustrado mejor en la Fig. 5, la estructura de entrada 150 define una entrada 166 que es complementaria de la superficie cilíndrica del rodillo 152A, y que está provista de muescas 167, Fig. 7, para recibir la rueda dentada extrema 152B. La anchura mínima de la entrada (paralela al eje de la rueda dentada) es igual a la anchura de las ruedas dentadas 70.

15 La superficie inferior 151 de la estructura de entrada 150 vuela sobre la cámara 58 de rueda dentada por cada lado, Fig. 5, y un par de frotadores 168, que tienen una sección transversal de forma en general de cuña, apoyan a tope contra estas partes en voladizo y están sujetos dentro de la cámara 55 por tornillos, no representados. Cada frotador 168 incluye una superficie 168A de frotador situado con holgura cero con la superficie del rodillo 152A. Los frotadores 168 impiden así que el polímero sea hecho recircular alrededor de la periferia de los rodillos, al girar éstos en los sentidos indicados.

25 En funcionamiento, la cuerda R es alimentada entre la separación de agarre de los rodillos 152, los cuales empujan al polímero dentro de una zona de carga 170 para llenar las cavidades de los dientes de las ruedas dentadas 70. El polímero es llevado por las ruedas dentadas 70 a la cámara de ruedas dentadas o espacio libre de medio 58 y lue-

30

go a través de la zona de obturación 74 (representada agrandada para mayor claridad) para desplazamiento positivo (bombeo) a la salida 103, al engranar los dientes bihelicoidales de las ruedas dentadas.

5

Inyección de Aditivo Directa en la Conducción

Tanto la bomba de engranaje 30, Fig. 2, como la bomba de engranaje modificada con rodillos 130, Fig. 5, incluyen medidas para la inyección directa de aditivos en la bomba para mezcla con el polímero. El aditivo en forma líquida puede ser bombeado a través de una pluralidad de conductos 100 (de los que solamente se ha ilustrado uno) en la sección de entrada de la bomba, paralela o perpendicularmente al eje de la rueda dentada, Fig. 5, o bien para hacer contacto con el rodillo 152A, el cual arrastra el aditivo a la zona de carga para mezcla con el polímero. Los aditivos sólidos que no puedan ser fundidos para introducción en la bomba a través de los conductos 100, pueden ser alimentados a la bomba a través de un extruidor de tornillo 102, incorporado dentro del alojamiento de las ruedas dentadas y que se extiende lateralmente hacia fuera desde la bomba.

15

20

25

30

El extruidor 102 incluye un tornillo 102A, el cual es accionado por el motor 102B y se extiende coaxialmente dentro de un alojamiento tubular 102C desde una tolva de entrada 102D, en un extremo, al espacio libre de medio adyacente a las ruedas dentadas. Se consigue la mezcla previa del aditivo y la masa fundida en el extremo terminal del extruidor, por medio de un conducto 104 de realimentación de masa fundida de alta presión, el cual se extiende desde la salida de la bomba de engranaje a la parte intermedia

5 del extruidor. De esta manera la masa fundida y los aditivos son mezclados en las últimas pocas espirales de la rosca del tornillo extruidor y son introducidos en el espacio libre de medio para mezcla final con el polímero en la bomba de engranaje. El conducto 104 puede estar o bien dimensionado para proporcionar un régimen de realimentación apropiado, o bien equipado con una placa de orificio o válvula para proporcionar realimentación variable.

10 Además de la inyección de aditivo en la bomba de engranaje, pueden también ser introducidos aditivos a través de la parte superior de la chimenea de aireación 22. En el caso de aditivos sólidos, éstos pueden ser rociados sobre la superficie de la masa fundida de polímero donde el calor del polímero funde los aditivos. Los aditivos así fundidos son mezclados con el polímero al pasar el material a través del campo de cizalladura en la bomba de engranaje.

15 El mezclado de los aditivos y el polímero, introducidos ya sea a través de la chimenea de aireación o ya sea a través de la bomba de engranaje, se efectúa en la bomba mediante las acciones de cizalladura inducidas en los patrones de flujo dentro de la bomba, en particular al entrar el material y ser subsiguientemente desplazado de las cavidades de diente de la rueda dentada.

20 Para materiales que requieran un mayor grado de mezclado que el efectuado por la bomba de engranaje, puede conectarse una mezcladora estática, por ejemplo, una del tipo conocido comercialmente como Kenics, a la descarga de la bomba de engranaje para proporcionar mezclado adicional.

#### Sistemas de Combinar

30

Las bombas de engranaje descritas en lo que antecede-

de pueden también ser utilizadas en sistemas de combinar para aumentar la capacidad y disminuir los costes de explotación. Los sistemas de combinar son similares a un sistema de recuperación en que se efectúe más de una operación mediante el sistema de combinar. La combinación supone fundir y mezclar y, en algunos casos, bombear.

Los sistemas de combinar en que se usan extruidores, ya sean de tornillo sencillo o ya sean de tornillos múltiples, se modifican de modo que solamente son efectuadas por el extruidor las operaciones de fundir y mezclar. El material es luego alimentado a una bomba de engranaje para la operación de bombeo.

En las Figs. 8A y 8B se ilustran esquemáticamente dos sistemas de combinadora-bomba de engranaje, 200 y 250, respectivamente. El sistema 200 incluye una mezcladora 205 de combinar, la cual puede ser del tipo de descarga por lotes o del tipo de descarga continua. La combinadora 205 descarga material a través de la salida 206 dentro de una bomba de engranaje 30 del tipo descrito en lo que antecede. Dejando la operación de bombear para la bomba de engranaje 30, la cual es insensible a la fluctuación de la viscosidad, se consiguen aumentos de la capacidad de combinar y del régimen de producción, con una disminución en el aumento de la temperatura del producto. Pueden conseguirse reducciones de la temperatura final de hasta 80°C, mediante la utilización de la bomba de engranaje 30 para la operación de bombear.

El sistema 250 incluye una combinadora 252 del tipo de tratamiento ya sea por lotes o ya sea continuo, la cual descarga el polímero en forma de cuerda R desde la

salida 252A. La cuerda de polímero está encerrada dentro de un conducto 254, el cual se extiende desde la salida 252A a la entrada de una bomba de engranaje 130 equipada con rodillo, descrita en lo que antecede, para bombear. Se suministra una atmósfera inerte, tal como de gas nitrógeno, al interior del conducto 254 desde la fuente 256 a través de la conducción 258. Cualquier gas en exceso es extraído del conducto 254 a través de la conducción 254A. Se apreciará que la atmósfera inerte reduce la degradación por oxidación del polímero al pasar éste desde la combinadora a la bomba de engranaje.

#### Sistemas de Fabricación

La bomba de engranaje del presente invento puede también usarse en la fabricación final de material a partir de polímeros. En la Fig. 9 se ilustra esquemáticamente una bomba de engranaje 30 acoplada estrechamente a un extruidor de platificación 260 por el conducto 262. Se usa la matriz o molde 265 para abarcar genéricamente tanto un limitador para la fabricación de productos continuos 266 de una sección transversal determinada por el limitador, por ejemplo, película, tuberías rígidas, vigas estructurales, como un molde para la fabricación de artículos moldeados. En este último caso, se utiliza una válvula de control 264 en la conducción 263 que conecta la bomba 30 con la matriz 265 para impulsar polímero al molde 265 de matriz.

La bomba de engranaje 30 es el elemento final para establecer el flujo de masa fundida de polímero a la matriz 265. El uso de la bomba de engranaje para proporcionar ya sea polímero a presión continuo para extrusión continua o ya sean cargas individuales de polímero a pre-

sión para moldear artículos, proporciona menor consumo de energía para el sistema de fabricación que por el método comparable de extruidor de tornillo o cilindro de presión, respectivamente.

5

#### Realizaciones Modulares Alternativas

Las bombas de engranaje modulares básicas 30 y 130, descritas en lo que antecede, pueden estar formadas además por componentes modulares para aumentar su utilidad y flexibilidad. A continuación se describirán otras varias con-

10 figuraciones modulares.

La modularidad puede conseguirse de una serie de formas, incluyendo: (a) colada del alojamiento de ruedas dentadas con pieza de inserción de cuerpo modular, Figs. 10 y 11; (b) colada de alojamiento de ruedas dentadas el

15 cual está partido para aumentar la anchura del ánima axial con piezas de inserción modulares, Figs. 12 y 13; (c) cuerpo de bomba fabricado de secciones modulares independien-

tes, Figs. 17 y 18; y (d) configuraciones modulares y de rodillos, Figs. 14-16A.

20

En las Figs. 10 y 11 se ilustra una bomba de engranaje 30 similar a la bomba 130, descrita en lo que antecede, la cual está dotada de rodillos de alimentación 152. Las partes que se corresponden han sido designadas por las mismas designaciones de partes descritas con la bomba 130.

25

Como se ha descrito anteriormente, el contorno del espacio libre de medio es función de la viscosidad del polímero particular que sea bombeado. Se apreciará por consiguiente que es sumamente deseable la posibilidad de variar fácilmente el espacio libre de medio de una bomba. Además, es también deseable la posibilidad de cambiar los

30

5 diámetros de las ruedas dentadas (y por consiguiente la expansión del espacio libre de medio) para acomodar el régimen de producción del reactor. Para este fin, la bomba 330 incluye una pieza de inserción 380 de entrada/cilindro de forma en general trapezoidal, la cual está recibida de modo encajado en una muesca complementaria 381 dentro del alojamiento 52 de ruedas dentadas, el cual se extiende a través de todo el alojamiento. La pieza de inserción 380 es retenida dentro de la muesca 381 por la parte en voladizo 151 de la estructura de entrada 150 y elementos de sujeción (no representados) y define la cámara 358 de espacio libre de medio en su superficie interior.

15 La pieza de inserción 380 define además partes frota-doras 368 inmediatamente adyacentes a cada rodillo 152A y zonas de obturación 375 adyacentes a la salida de descarga 103. Así, la pieza de inserción 380 sirve para las funciones de varios de los elementos estructurales anteriormente descritos. Pero, además la pieza de inserción 380 lleva también montado el cojinete 71 dentro de las ánimas cilíndricas 371A y define la salida de descarga 103.

25 Por consiguiente, la pieza de inserción 380, juntamente con las ruedas dentadas bihelicoidales 70, el cojinete 71 y las placas extremas 72, forman un paquete desmontable que puede ser diseñado a la medida para una viscosidad de polímero y un régimen de producción particulares. La pieza de inserción 380 puede además ser fácilmente tratada térmicamente o revestida galvanoplásticamente para obtener características deseadas.

30 La bomba 330 tiene otras determinadas modificaciones con respecto a la bomba 130, incluida la supresión del

conducto de realimentación 104 el cual, si se desea, puede ser incluido. Además, ha sido modificada la posición del extruidor de aditivo 102 asignándole la de la lumbrera de aditivo 100; y una lumbrera de aditivo 390, la cual puede incluir también un extruidor de tornillo, ha sido situada en la zona de mezclado paralela al eje de rotación de la rueda dentada.

En las Figs. 12 y 13 se ilustra una bomba 430 en la cual el alojamiento 452 de ruedas dentadas está colado en dos semisecciones, las cuales son simétricas axialmente respecto a un plano perpendicular al eje de la rueda dentada para permitir variación axial de la anchura de la rueda dentada. Las dos mitades están sujetas juntas por tornillos que se extienden axialmente, o similares (no representados). El alojamiento 452 incluye una pared lateral engrosada 460 para acomodar una pluralidad de pasos 461 de transferencia de calor, los cuales se extienden lateralmente a su través y que están interconectados por pasos verticales 462, Fig. 13. A través de los pasos 461 y 462 se hace circular vapor de agua u otro medio de transferencia de calor (de calentamiento o de enfriamiento), para controlar la temperatura de la bomba.

Al igual que la bomba 330, la bomba 430 incluye una pieza de inserción 480, la cual está retenida en una muesca de forma complementaria 481 dentro del alojamiento 452 por la parte en voladizo 151 de la estructura de entrada 150 y elementos de sujeción. La pieza de inserción 480 define la cámara de espacio libre de medio, la zona de obturación 475 en su superficie interior 458, y la salida 103. Además, la pieza de inserción 480 lleva montados los ejes

de ruedas dentadas bihelicoidales y cojinetes 71 en ánimas 471 para proporcionar un conjunto desmontable. En el caso de que haya de ser introducido dentro de la muesca 481 del alojamiento un conjunto mayor en sentido axial, se sueltan las dos mitades del alojamiento 452 y se sitúa entre ellas una pieza de inserción de alojamiento modular. Estas piezas de inserción de alojamiento modulares se describen a continuación en relación con la Fig. 14.

Puesto que un agrandamiento axial del alojamiento 452 agranda también la salida 103, puede también utilizarse una pieza de inserción de salida modular 403. La pieza de inserción 403 está retenida en una muesca rectangular 403A en la base del alojamiento 452 y sujeta en ella por elementos de sujeción (no representados). La pieza de inserción 403 incluye conductos de transferencia de calor 461 y 462, los cuales casan con los del alojamiento 452. El uso de la pieza de inserción 403 proporciona una superficie de acoplamiento continua para la conexión de pestaña de la tubería de salida 36 u otro equipo al que sea descargado el polímero.

El alojamiento partido 452 puede también formarse para eliminar las placas extremas 72. Esto se consigue mecanizando ánimas 471 desde el interior de la pieza de inserción 480, para proporcionar un resalto en el extremo exterior del ánima.

En las Figs. 14-16 se ilustra otro diseño de bomba modular en el cual no solamente el alojamiento sino también el engranaje y los rodillos de alimentación son módulos. La bomba 530 incluye una estructura de entrada partida 550 y una caja de alojamiento partida 552.

La estructura de entrada 550, Fig. 4, incluye un par

de estructuras similares a placas 550A y 550B que tienen partes extremas de enclavamiento mutuo 550C y 550D de forma de L, entre las cuales están situadas un par de piezas de inserción 550E de forma complementaria, las cuales se extienden en la dimensión axial de la estructura de entrada. Las placas 550A y 550B y las piezas de inserción 550E están aseguradas al alojamiento 552 de ruedas dentadas que está debajo, mediante elementos de sujeción 556.

El alojamiento 552 es una versión modificada del alojamiento 52 e incluye una cámara de vapor de agua enteriza 554. El alojamiento 552 está formado por un par de "mitades" simétricas 552A y 552B, como se ha descrito en lo que antecede en relación con la Fig. 13, y una pieza de inserción intermedia 552C. Las "mitades" del alojamiento y la pieza de inserción están debajo de la estructura de entrada y están interconectadas por elementos de sujeción 552D.

La superficie interior del alojamiento 552 define un receptor trapezoidal 581 en el cual está situada una pieza de inserción 580. La pieza de inserción 580 está retenida en el receptor 581 por las partes extremas superpuestas 551 de la estructura de entrada 550 y elementos de sujeción. La superficie interior de la pieza de inserción 580 define la parte de frotador 568, la cámara de espacio libre de medio 558 y las zonas de obturación 575, como se ha descrito anteriormente. La pieza de inserción 580 se extiende entre las partes extremas 552A y 552B, Fig. 16, a través de la pieza de inserción 552C. Una pieza de inserción de salida modular 503 está retenida en la muesca 503A en las partes de alojamiento de ruedas dentadas por elementos de sujeción no representados. La pieza de inserción 503 define la des-

5 carga de salida 503B en su superficie interior y apoya a tope contra una parte de pestaña inferior 552E del alojamiento de ruedas dentadas. La pieza de inserción 580 se superpone a su vez a la superficie superior de la parte de pestaña 552E.

Con referencia a la Fig. 15, se ha previsto la inyección de aditivo mediante el extruidor 102 y el conducto 390 en la estructura de entrada, y puede también preverse a través del conducto 590 (representado taponado).

10 Los conjuntos de rodillo 652 y los conjuntos de rueda dentada 670 son también de construcción modular y están montados sobre ejes estriados 652A y 670A, respectivamente.

15 La disposición modular de conjuntos de rodillo 652 y de rueda dentada 670 permite variar las características de comportamiento de la bomba y permite además la fácil sustitución de las partes. Más en particular, el uso de ruedas dentadas helicoidales para formar un patrón de rueda dentada bihelicoidal, tiene varias ventajas:

20 (a) se puede acomodar la elección de cualquier ángulo de hélice, debido a la disminución de las dificultades de fabricación.

25 (b) la ampliación de las posibilidades de elección de los ángulos de hélice permite optimizar las ruedas dentadas con respecto a propiedades físicas variables de la mezcla de productos en el reactor.

(c) se pueden variar los segmentos de rueda dentada para adaptarlos a los regímenes de conversión del reactor.

30 (d) a fin de facilitar la dispersión de aditivo, se puede emplear una rueda dentada de menor diámetro de círculo primitivo.

Con referencia en particular a las Figs. 14 y 16, cada conjunto de rodillos 652 está formado por un par de rodillos extremos 652B que tienen ruedas dentadas extremas enterizas 652C y un rodillo cilíndrico central 652D. Para aumentar la longitud axial del conjunto de rodillos 652, se añaden al conjunto rodillos adicionales 652D o rodillos de diferente longitud 652D. Los ejes 652A incluyen ejes cortos montados para rotación en la estructura de entrada 550 mediante el cojinete 653 que tiene collarines extremos de empuje axial. Como se ha descrito en lo que antecede, las ruedas dentadas 652C engranan con la rueda dentada que está debajo para proporcionar rotación conjunta con ella.

Los conjuntos 670 de rueda dentada son también modulares y pueden estar formados por completo por ruedas dentadas helicoidales 670B, como se ha ilustrado mediante el conjunto de rueda dentada del lado derecho (según se ve en la Fig. 14). En este caso, un par central de ruedas dentadas helicoidales están situadas simétricamente alrededor del centro del eje 670A para formar un patrón bihelicoidal, y ruedas dentadas helicoidales adicionales están apiladas axialmente desde ellas. Por consiguiente, un número par de ruedas dentadas helicoidales forman el patrón bihelicoidal.

Como alternativa, puede usarse una rueda dentada bihelicoidal central 670C, como se ha ilustrado en el conjunto de rueda dentada de la izquierda de la Fig. 14. En esta caso, las ruedas dentadas helicoidales 670B están situadas axialmente a ambos lados de la rueda dentada bihelicoidal central 670C para formar el patrón bihelicoidal.

Por consiguiente, puede proporcionarse una variación ilimitada de longitudes axiales para los conjuntos de

rodillos y rueda dentada, mediante la adición de módulos de rodillo y rueda dentada, respectivamente.

Los ejes 670A de rueda dentada están montados para rotación en el alojamiento 952 mediante cojinetes, los cuales pueden ser un cojinete 653 de collarín o bien un casquillo 671.

En la Fig. 16A se ilustra una estructura de bomba alternativa similar a la de la Fig. 16. El conjunto de rodillo 752 incluye un eje 752A de segmentos formado por una pluralidad de segmentos conectados a rosca o apoyados a tope para permitir el agrandamiento axial mediante la adición de segmentos al mismo. Cada eje 752A de rodillo es accionado independientemente de las ruedas dentadas 770 mediante el accionamiento 761. La superficie del rodillo está proporcionada por múltiples cilindros 752B, los cuales están enchavetados a los segmentos del eje para rotación con ellos.

El conjunto 770 de rueda dentada incluye un eje 770A de segmentos, que tiene segmentos de eje huecos 770B interconectados al eje extremo 770D por un tornillo que se extiende longitudinalmente 770E. La superficie exterior del eje 770A está estriada para retener en ella ruedas dentadas helicoidales 670B.

En las Figs. 17 y 18 se ilustra otra bomba modular 830, la cual está acoplada estrechamente a la chimenea de aireación 22 por medio de la estructura de entrada 850 eliminándose con ello la necesidad de la sección 22A y de la consiguiente pérdida de presión. La estructura de entrada 850 incluye un tubo 829 de inyección de aditivo, el cual se extiende a través y por encima de la línea de engrane

de las ruedas dentadas 870.

La configuración interna del conjunto de ruedas dentadas puede ser de cualquiera de los tipos anteriormente descritos, es decir, de una pieza o modular. Por consiguiente, no se repetirá una descripción detallada del conjunto.

5

El atributo básico de la bomba modular 830 es la previsión de cinco módulos básicos, un par de alojamientos 852 de ruedas dentadas, los cuales son simétricos alrededor de la línea de engrane de las ruedas dentadas 870; un par de estructuras extremas 860 similares a placas, las cuales apoyan a tope contra cada extremo del alojamiento 852 y se extienden hacia abajo desde ellos; y una estructura de salida 803 la cual apoya a tope contra la parte inferior del alojamiento 852 y está situada entre las estructuras extremas 860.

1 0

15

Con referencia a la Fig. 17, el par de alojamientos 852 tienen paredes laterales engrosadas las cuales incluyen una pluralidad de pasos 853 de fluido de transferencia de calor que se extienden axialmente. La superficie interior 858 del alojamiento 850 define la cámara de espacio libre de medio y la zona de obturación 875, y la abertura de salida, como se ha descrito anteriormente.

20

25

Las estructuras extremas 860 llevan los ejes 870A de rueda dentada dentro de cojinetes 871 y están sujetas a los alojamientos 850 y a la estructura de salida 803 por tornillos 876 que se extienden longitudinalmente. Como se ha ilustrado, la estructura de salida 803 está acoplada estrechamente a un módulo mezclador 900, el cual está también sujeto a las estructuras extremas 860 por tornillos 876.

30

Además, las estructuras extremas 860 incluyen una

red colectora 901 que tiene una entrada 901A y salida 901B, para interconectar los pasos 853 en los alojamientos 850 y suministrar el medio de transferencia de calor al mismo y al paso 903 en la estructura de salida 803. El colector 5 901 puede estar apoyado directamente a tope contra los pasos, o bien puede preverse un acoplamiento 905 de racor. Para las partes que cuelgan de las estructuras extremas se ha previsto una red 904 de transferencia de calor adicional, que tiene una entrada 904A y salida 904B.

10 La bomba 830 proporciona varias ventajas que incluyen:

(a) configuraciones intercambiables del espacio libre de medio para mezclas de producto particulares.

15 (b) la sustitución individual de las secciones desgastadas o corroídas.

(c) la facilitación del acabado y del tratamiento de las superficies internas.

20 (d) la previsión de sistemas de mezclado/dispersión en el módulo de salida, según se requiera para aplicaciones de aditivo.

25 Estas y otras modificaciones pueden ser efectuadas en el presente invento por los expertos en la técnica sin desviarse del espíritu ni rebasar el alcance del presente invento, tal como queda especificado en las reivindicaciones que se acompañan.

## - REIVINDICACIONES -

5 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 que se recogen en las reivindicaciones siguientes:

1 0 1.ª.- Un procedimiento perfeccionado para la producción de polímero, en el que una masa fundida de polímero líquida y monómero volátil arrastrado son entregados desde un reactor a un receptor de producto para vaporización súbita parcial del monómero volátil, comprendiendo los perfeccionamientos las operaciones de transferir el polímero desde la salida de dicho receptor de producto a la entrada de una chimenea de aireación; vaporizar súbitamente en esencia la totalidad del monómero volátil restante de la masa fundida en la chimenea de aireación; descargar dicha masa fundida de polímero desde la salida de la chimenea de aireación en la entrada de una bomba de engranaje que tiene un 15 20 par de ruedas dentadas que engranan entre sí limitadas por una cámara de espacio libre de medio con radio hidráulico decreciente hacia la descarga de la bomba y que tiene una salida de descarga con un área de sección transversal de un valor comprendido entre 0,2 y 2,0 veces el producto de la anchura de la rueda dentada por la altura del diente de rueda dentada, percibir y mantener el nivel de líquido en dicha chimenea para proporcionar una altura de presión para dicha bomba de engranaje.

25 30 *189* 2.ª.- Un procedimiento según la reivindicación 1.ª, que incluye además percibir los parámetros de funcionamiento

to de par y velocidad de rotación de dicha bomba de engranaje, utilizando el parámetro percibido para calcular la viscosidad de la masa fundida de polímero según la fórmula

$$\mu = K_1 \frac{T}{N}$$

5 donde  $\mu$  es la viscosidad,  $K_1$  es una constante de proporcionalidad para la bomba, y T y N son los parámetros de par y velocidad de rotación.

3ª.- Un procedimiento según la reivindicación 1ª, que incluye además la operación de introducir un aditivo en dicho polímero en dicha bomba de engranaje, con lo que dicho aditivo es mezclado en dicho polímero durante la acción de bombeo.

10

4ª.- Un procedimiento según la reivindicación 3ª, en el que dicho aditivo es introducido en la masa fundida de polímero adyacente a dichas ruedas dentadas.

15

5ª.- Un procedimiento según la reivindicación 4ª, en el que dicha introducción de aditivo es efectuada transportando para ello el aditivo en un extruidor de tornillo.

6ª.- Un procedimiento según la reivindicación 5ª, que incluye además la operación de alimentar una parte de polímero desde la descarga de dicha bomba a dicho extruidor de tornillo, con lo que se efectúa un mezclado parcial de aditivo y polímero previamente a la introducción del aditivo en la bomba.

20

7ª.- Un procedimiento según la reivindicación 1ª, que incluye además percibir los parámetros de funcionamiento de par y de velocidad de rotación, y la presión diferencial de dicha bomba de engranaje; utilizar los parámetros percibidos para hallar el equivalente a la viscosidad de la masa fundida de polímero de acuerdo con la fórmula

25

$$\mu = K_1 \frac{T}{N} - K_2 \frac{\Delta P}{N}$$

25

5 constantes de proporcionalidad para la bomba,  $T$ ,  $N$  son los parámetros de par y de velocidad de rotación,  $\Delta p$  es la presión diferencial, y generar una señal de control a partir de dicha viscosidad calculada, para proporcionar control de la viscosidad en circuito cerrado de dicho reactor.

8a.- Un procedimiento perfeccionado para la producción de polímero.

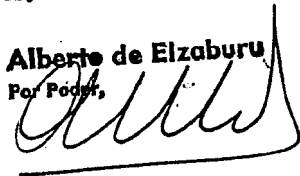
10 Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, representado en los dibujos que se acompañan y con los fines que se han especificado.

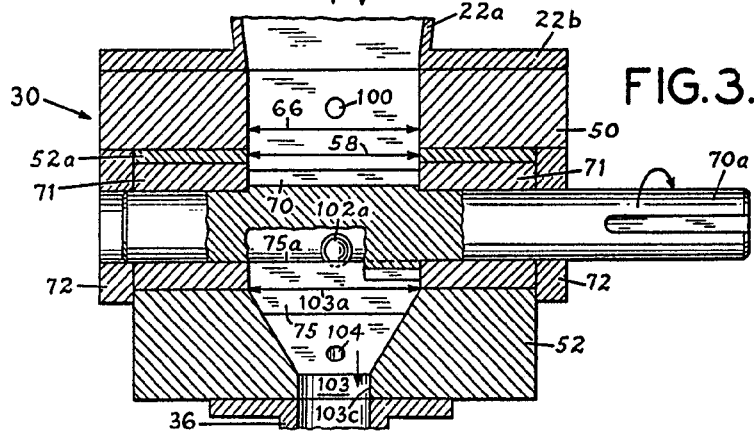
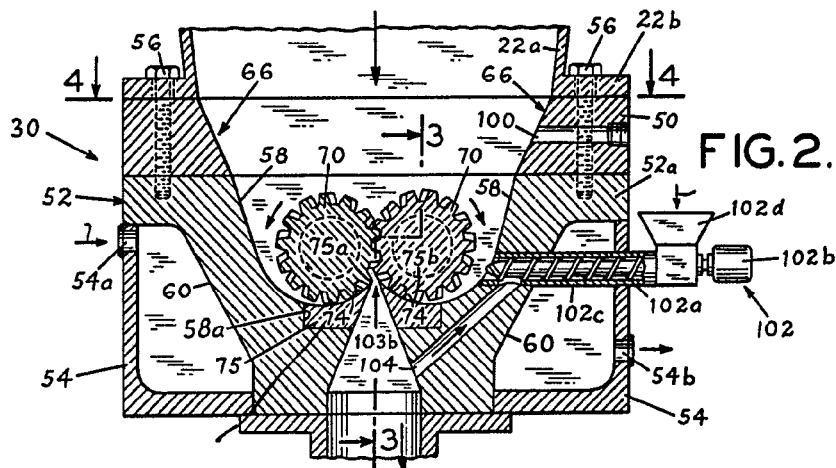
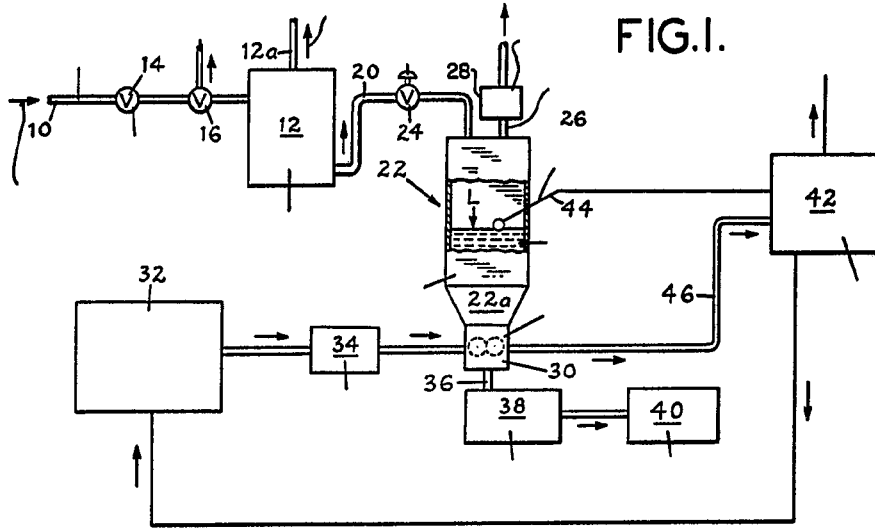
Esta Memoria consta de cuarenta y dos hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, 05. AGO. 1977

P.A.

Alberto de Elizaburu  
Por Poder,





Alberto de Ezaburu  
Per. Trad.

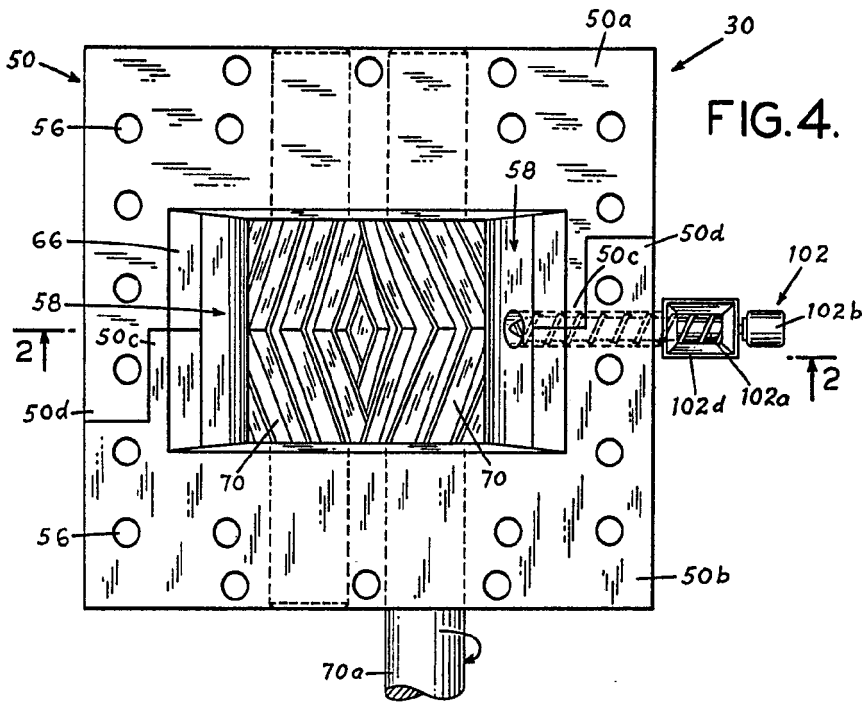
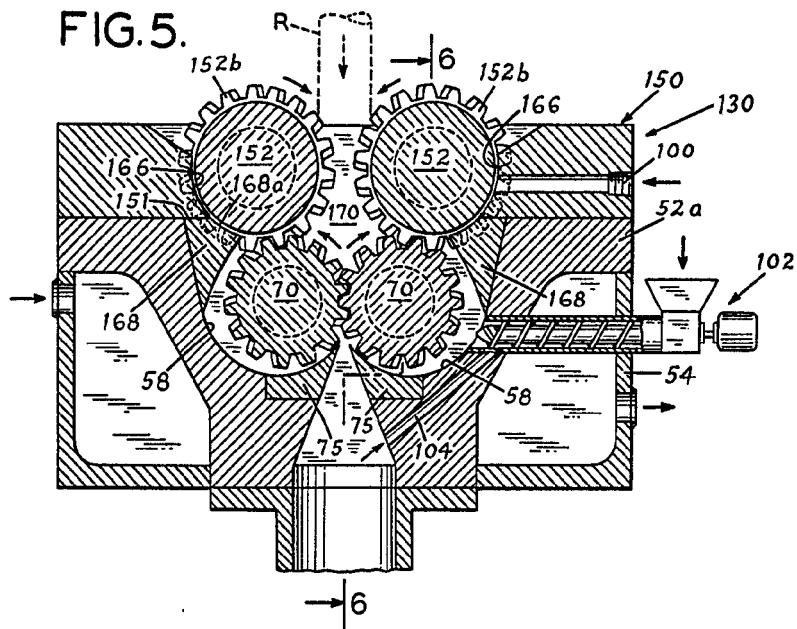


FIG. 4.

FIG. 5.



Alberto de Elzaburu  
Per Feder

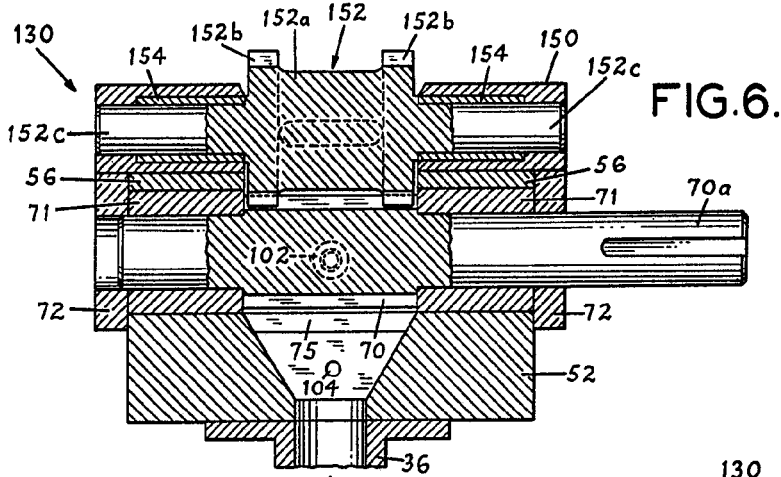


FIG. 6.

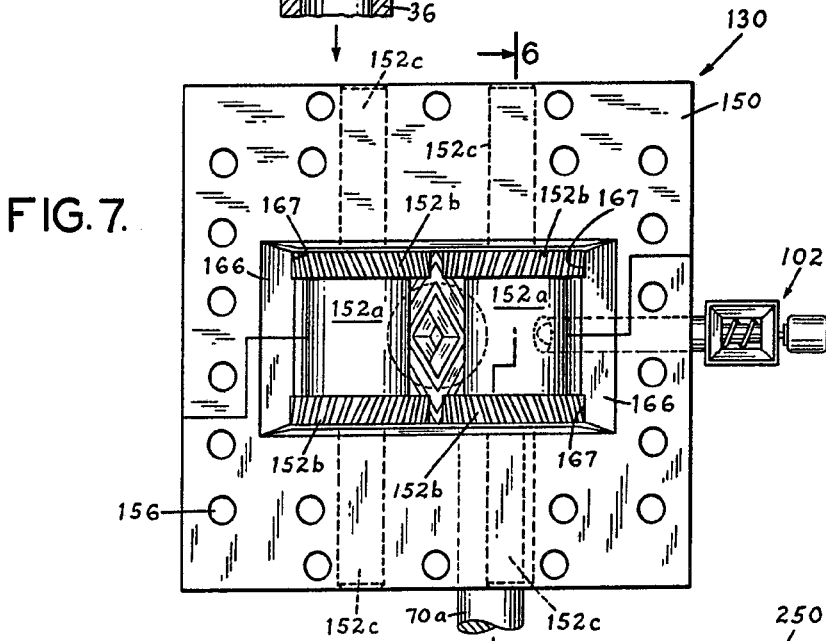


FIG. 7.

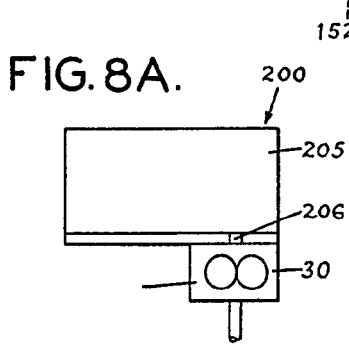


FIG. 8A.

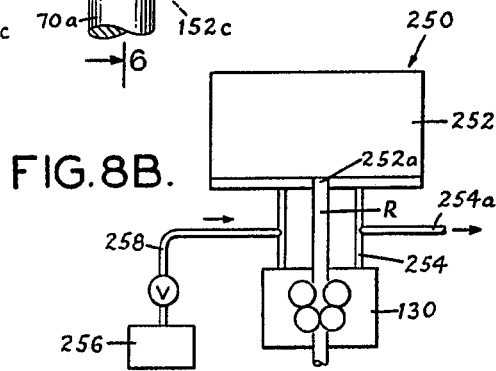
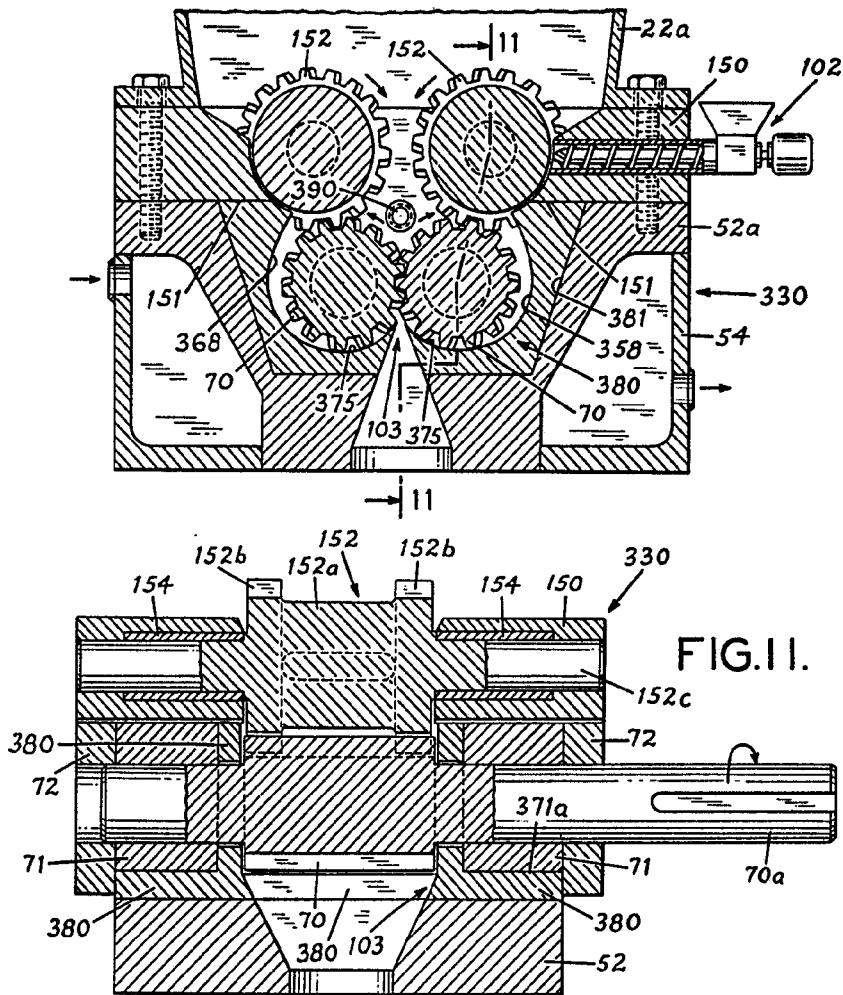
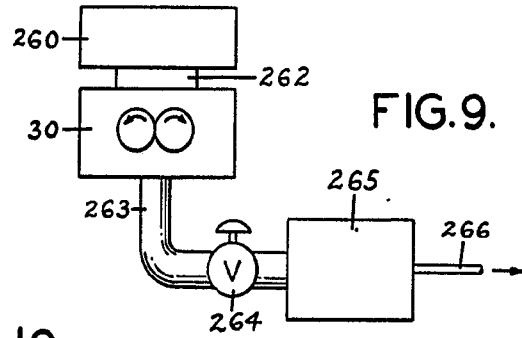


FIG. 8B.

Alberto de Eizoburu  
Per Power



UNION CARBIDE CORPORATION  
New York, N.Y.

FIG.12.

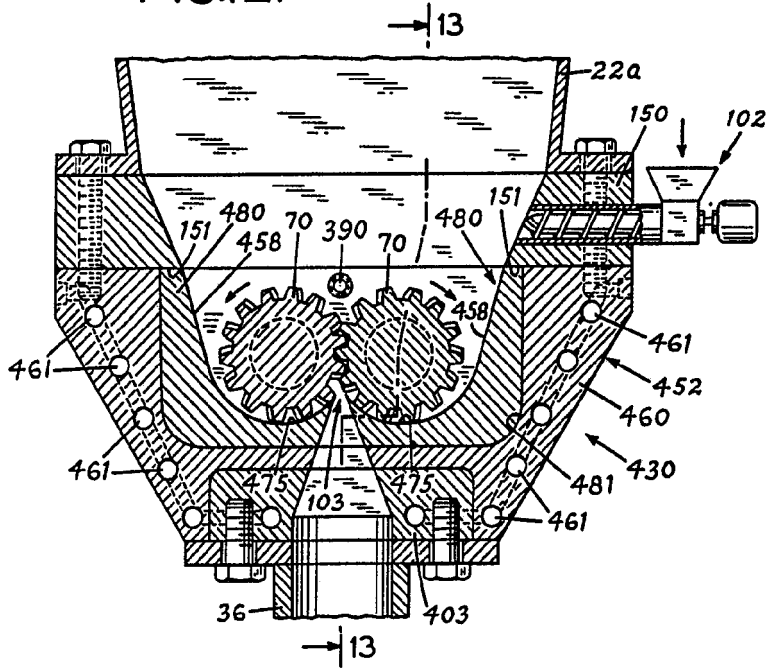
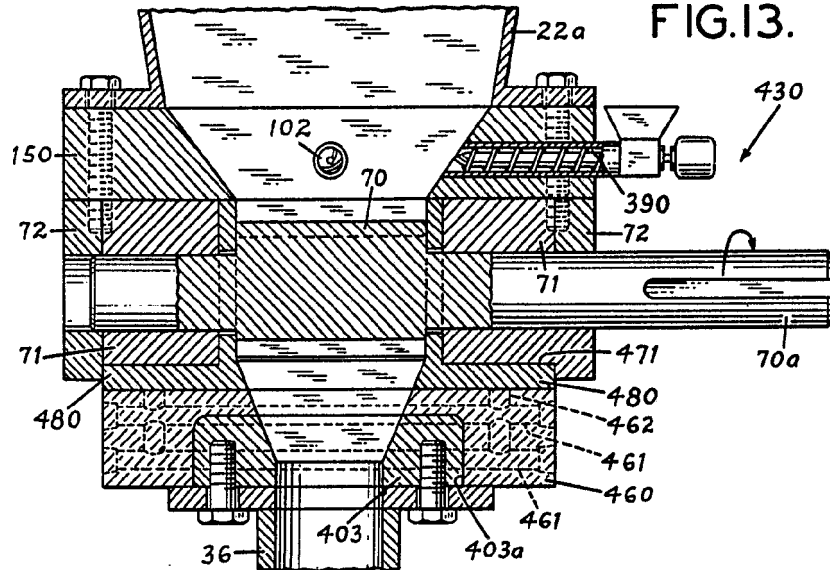


FIG.13.



*Allen*

FIG.14.

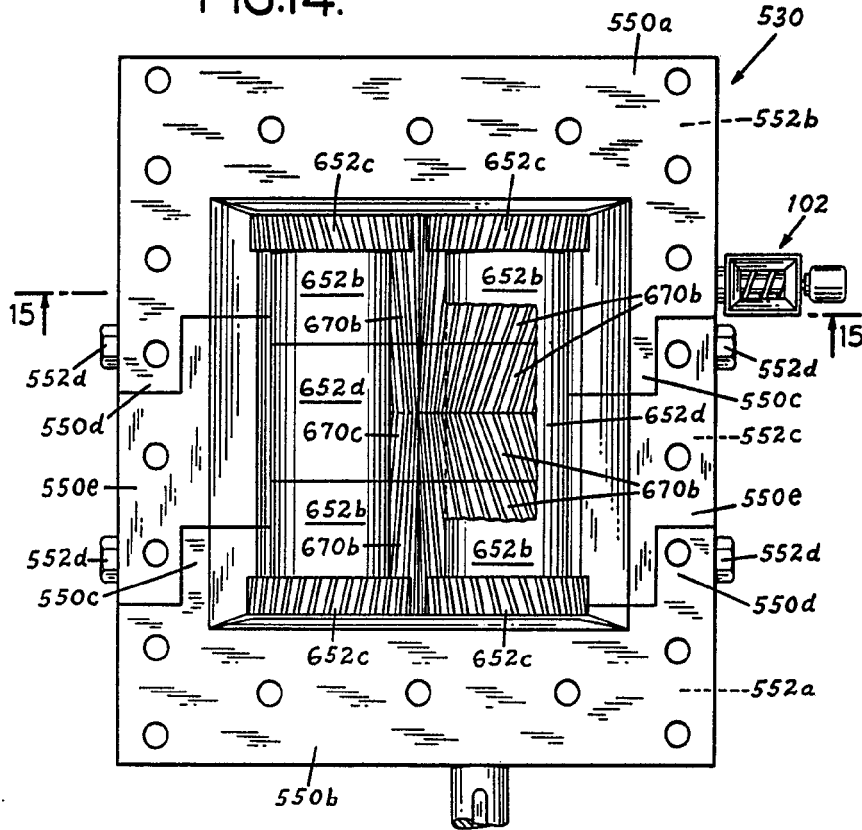
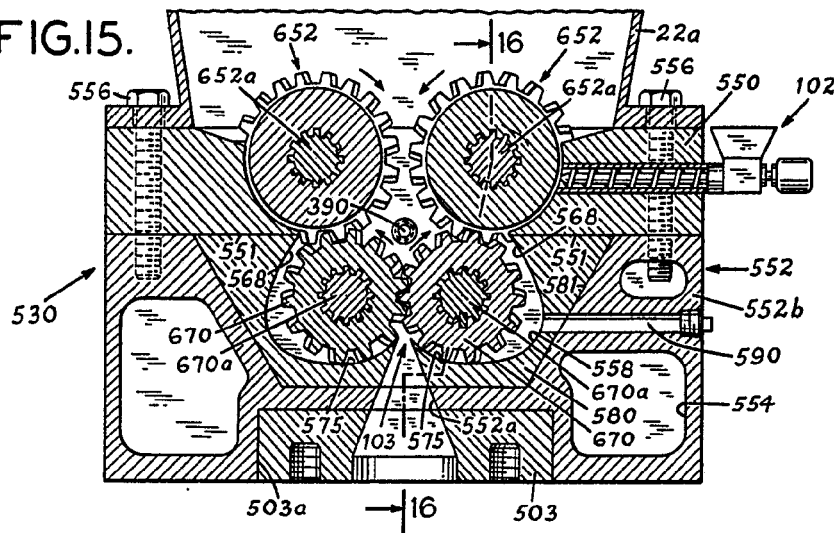


FIG.15.



*[Handwritten signature]*

FIG.16.

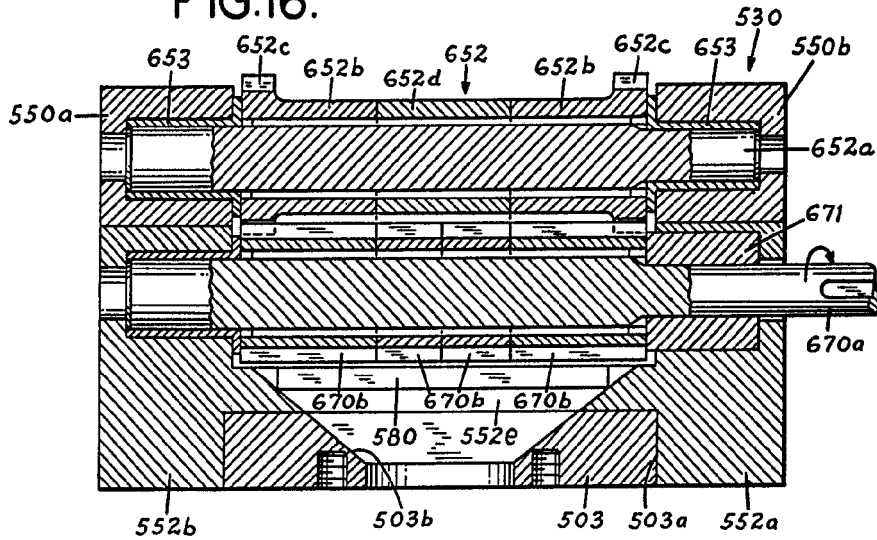
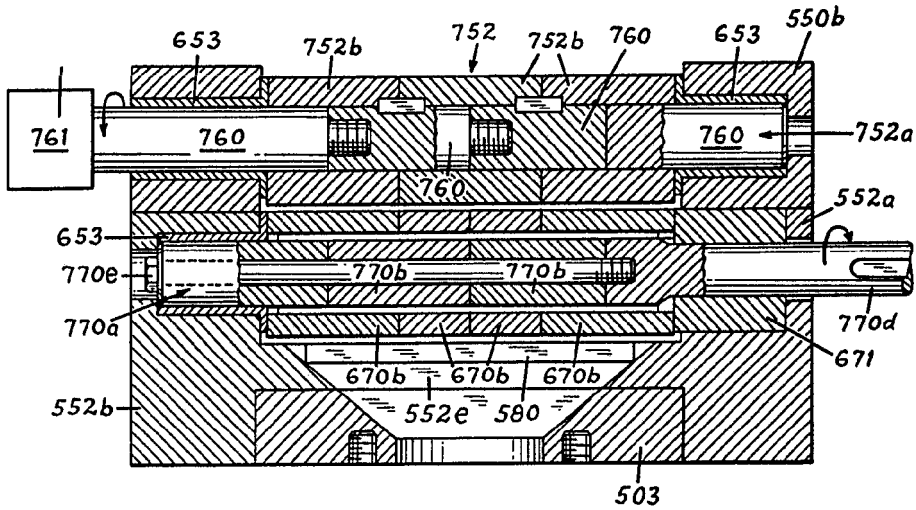


FIG.16A.



Alberto de Eizghuru  
Per Eizghuru

