

Case No 4018
File No F 4018.G1
Division: Glass



MEMORIA DESCRIPTIVA

que se presenta para unir a la solicitud
de
P A T E N T E D E I N V E N C I O N
formulada el 26 de Octubre de 1.966, con el núm. 332.767
en
E S P A Ñ A
por VEINTE años

a nombre de PITTSBURGH PLATE GLASS COMPANY, entidad norteamericana, establecida en One Gateway Center, Pittsburgh, Pensilvania, Estados Unidos de América, por:

"UN METODO DE HOMOGENEIZAR UN LIQUIDO VISCOSO"

5 El presente invento se refiere a un nuevo método para crear y/o controlar flujo en, o homogeneizar, un líquido tal como vidrio fundido. De un modo más particular, el presente invento se refiere a un método en el cual se hace incidir un gas tal como aire contra la superficie de una masa de vidrio fundido en un recipiente para iniciar formas de flujo o controlar las formas de flujo



existentes dentro del recipiente, crisol o depósito de vidrio y para homogeneizar el vidrio fundido dentro del recipiente.

5 Uno de los problemas más persistentes inherentes a la producción comercial de vidrio de calidad, consiste en obtener el grado deseado de homogeneidad. Los diferentes productos de vidrio requieren diversos grados de homogeneidad, pero todos ellos requieren una cantidad mínima. Se han empleado muchas técnicas para obtener la homogeneidad deseada, con resultados variables en cuanto a
10 su éxito. En los depósitos de vidrio óptico, por ejemplo, se han incorporado agitadores mecánicos. En los depósitos para vidrio de ventanas, en láminas y en lunas, se han utilizado borboteadores, agitadores mecánicos, diversos
15 miembros refractarios colocados estratégicamente y diversos diseños de depósito.

La experiencia ha enseñado a los fabricantes de vidrio plano, de gran volumen, que, por ejemplo, para producir de un modo regular vidrio homogéneo de buena calidad sobre una base continua, se precisa un depósito de
20 fusión de vidrio relativamente grande y relativamente largo. Algunos depósitos deben además incorporar algunos medios para retardar las velocidades del flujo conectivo en la superficie caliente. El retardo del flujo superficial es necesario para evitar que una capa de vidrio superficial caliente pase a través del depósito al extremo de
25 formación a una velocidad demasiado elevada para que el vidrio resulte homogeneizado y demasiado elevada para condicionar el vidrio para conformación. Físicamente, los medios empleados para retardar las velocidades de flujo su-
30



perficial caliente son los despumadores superficiales y/o los estrechamientos en la construcción del depósito.

Debido a las exigencias de homogeneidad, el diseño de depósito de fusión de vidrio continuo típico es costoso en cuanto a construcción y en cuanto a modo de funcionamiento. La sola masa de los refractarios del depósito requiere una considerable inversión de capital. El coste de funcionamiento del depósito es también elevado, debido a que el diseño exige mantener continuamente un enorme volumen de vidrio a elevada temperatura. Los fabricantes de vidrio vienen tratando desde hace tiempo de diseñar un horno de fusión de vidrio más pequeño que permita producir un elevado volumen de vidrio de calidad. Este objetivo ha sido siempre inalcanzable debido al tiempo requerido para permitir que las corrientes de convección en la masa del vidrio desarrollen el grado requerido de homogeneización. El objetivo podría alcanzarse, sin embargo, si el fabricante de vidrio pudiese desarrollar algún medio, que no fuese el de confiar en las corrientes de convección, para homogeneizar el vidrio.

El desarrollo del presente invento proporciona el instrumento necesario para diseñar el depósito de fusión de vidrio continuo más eficaz. En el presente invento, se reduce al mínimo o se elimina la necesidad de confiar en las corrientes de convección y en el tiempo de permanencia prolongada en el depósito para homogeneizar el vidrio. Por primera vez son posibles depósitos de vidrio más pequeños, de construcción y de funcionamiento menos costosos, con capacidad para producir vidrio de calidad en gran volumen.



En la Patente para los EE.UU. Número 2.766.518, expedida con fecha 23 de octubre de 1956 a A. W. Schmidt, se ha descrito un método para acondicionar vidrio fundido en el canal de flujo de antecrisol de un depósito de fusión de vidrio. En esta patente, el vidrio es alimentado desde el depósito y pasa bajo un bloque refractario después a una canaleta donde es sometido a calor procedente de una serie de quemadores. Se usan los quemadores para mantener la temperatura del vidrio en la canaleta a un nivel suficientemente elevado para asegurar un flujo de vidrio constante y para evitar la desvitrificación del vidrio que fluye a lo largo de los bordes de la canaleta. Esta operación puede sin embargo proporcionar calor al vidrio, en el centro de la canaleta, en exceso del que se desea para fines de conformación. La temperatura del vidrio a través de la anchura de la canaleta es igualada en la citada patente soplando aire frío verticalmente hacia abajo a la superficie del vidrio en el centro de la masa de vidrio que fluye, al tiempo que se aplica simultáneamente calor a los bordes de la misma. No se preconiza homogeneización, ni creación o control de flujo en el vidrio fundido, ni tal resultado es inherente en ella.

En la Patente para los EE.UU. Número 2.448.451, expedida con fecha 31 de agosto de 1948 a John H. McKelvey y otros, se ha descrito una técnica para disminuir el desgaste de los refractarios de las paredes laterales de un horno de vidrio usando una corriente de aire frío. En la operación de fusión en depósito de vidrio corriente, el vidrio fundido más caliente está situado en la superficie y aproximadamente equidistante desde las paredes laterales



del depósito. Ese vidrio superficial caliente fluye desde el centro de depósito a las paredes laterales más frías. Al llegar a las paredes laterales, el vidrio fundido es parcialmente enfriado y entonces se hunde a lo largo de la pared lateral bajando al interior de la masa de vidrio fundido. Esa forma de flujo convectivo del vidrio hace que las paredes laterales refractarias se desgasten predominantemente en, e inmediatamente debajo, del nivel de vidrio en el depósito. En la patente citada se sopla aire en el interior del depósito de vidrio a través de las aberturas en las paredes laterales inmediatamente por encima del nivel de vidrio en el depósito para enfriar la superficie del vidrio junto a la pared. De ese modo se aumenta la viscosidad del vidrio enfriado, originándose una disminución correspondiente en la velocidad del flujo convectivo superficial. La región de altas velocidades de flujo convectivo del vidrio fundido es pues desplazada hacia dentro, separándose desde las paredes, disminuyendo la acción erosiva del vidrio que fluye sobre las paredes. El resultado es que se aumenta la vida de las paredes refractarias. En esta técnica no se preconiza que resulte homogeneización.

En la Patente para los EE.UU. Número 2.771.711, expedida con fecha 27 de Noviembre de 1956 a Bernard Long, se ha descrito un método de hacer pasar una corriente de aire a través de la superficie de una masa que fluye de vidrio fundido para controlar la velocidad a la cual llega el vidrio fundido a la cámara de estiraje de un depósito de vidrio. También se usa la técnica de disminuir gradualmente la temperatura del vidrio fundido a medida que



fluye desde la zona de eliminación de burbujas de gas a la zona de estiraje, impidiéndose la creación de burbujas adicionales en el vidrio. También se enseña la técnica de disminuir la fuerza de estiraje requerida aumentando la presión de aire en la cámara de estiraje.

5

En la patente para los EE.UU. Número 1.667.145, expedida con fecha 24 de Abril de 1928 a Hugh N. Diedericks, se ha descrito un método de acondicionar vidrio fundido en una operación de estiraje de lámina. El método implica su mergir parcialmente un refrigerador en la trayectoria del vidrio que fluye para obstruir su paso y obligar al vidrio a fluir por debajo del refrigerador. El vidrio es así enfriado y debidamente acondicionado para estiraje en láminas antes de entrar en la zona de estiraje del depósito.

10

También se ha descrito una técnica para elevar la temperatura del vidrio fundido si el refrigerador, durante su funcionamiento, enfría excesivamente el vidrio fundido. Esta técnica implica dirigir una pluralidad de llamas de gas sobre el vidrio fundido enfriado excesivamente, usando un quemador de tubería de gas continuo situado paralelo al aparato refrigerador y directamente detrás de éste. No se preconiza que resulte homogeneización alguna del funcionamiento del quemador mientras calienta el vidrio excesivamente enfriado.

15

20

En líneas generales, lo que se ha descubierto en el presente invento es un método para homogeneizar y/o crear o controlar los flujos de un líquido tal como vidrio fundido en un depósito de fusión de vidrio o en otro recipiente. El método consiste en hacer incidir una corriente o corrientes de gas en la superficie del vidrio fundi-

25

30



do con fuerza suficiente para cambiar sustancialmente el flujo en la superficie. La corriente o corrientes de gas que inciden, cuando son de fuerza suficiente, crean además una interrupción visible en la superficie de vidrio fundido en la zona inmediata a la de incidencia del gas. Regulando variables tales como el ángulo de incidencia del gas, el volumen de gas, la presión del gas y la temperatura del gas, el flujo en la masa de vidrio puede ser iniciado, aumentado, disminuído o incluso invertido. Esas mismas variables pueden también ser reguladas para favorecer el desarrollo de una forma de circulación de homogeneización desde la superficie hasta una profundidad controlada dentro del vidrio fundido.

Los objetos deseables del presente invento se pueden lograr con varios diseños de aparatos. Todo diseño de aparato que proporciona medios para conducir un gas bajo presión al interior del depósito, crisol o recipiente del vidrio, y medios para dirigir el gas contra la superficie del vidrio fundido en una corriente o corrientes controladas, será suficiente. El diseño más frecuentemente usado para el componente apropiado de alimentación de gas es una cámara colectora de forma tubular provista de una multiplicidad de toberas a través de las cuales puede ser dirigido gas bajo presión a la superficie del vidrio fundido en el depósito de vidrio. Aunque se sugieren aquí ciertos diseños de aparatos, serán evidentes numerosos diseños alternativos una vez comprendidos los principios del presente invento.

Una ventaja principal del presente invento es que se elimina la necesidad de confiar en el flujo convec



tivo para desarrollar el grado necesario de homogeneidad, sin tener que recurrir a agitadores mecánicos. Ello permite separar las funciones de fusión, de afino de gas y de homogeneización de la operación de fusión del vidrio, tanto en tiempo como en espacio. La separación de esas funciones de fabricación de vidrio permite el diseño de depósitos más eficaces.

Además de los nuevos diseños de depósito que se hacen ahora posibles, el presente invento es suficientemente flexible para ser usado para controlar flujos de vidrio y para homogeneizar vidrio fundido en depósitos o crisoles de fusión de vidrio diseñados en la forma usual.

Una ventaja de la puesta en práctica del presente invento en un depósito de fusión de vidrio es que proporciona un sustituto para otros diversos medios mecánicos de homogeneización corrientemente empleados. Otra ventaja es que el presente invento puede también ser puesto en práctica para oponerse, o estimular, a los flujos convectivos que se producen de un modo natural en el depósito de vidrio. Una tercera ventaja es que el presente invento proporciona un sustituto para los miembros refractarios que en la actualidad se incorporan en los diseños de depósitos para controlar el flujo de vidrio fundido, tales como despumadores o flotadores. Con la eliminación de los agitadores mecánicos y de los despumadores o flotadores refractarios, se elimina la posibilidad de contaminación, que existe siempre cuando se sumergen miembros sólidos en vidrio fundido. El presente invento puede también ser usado, sin embargo, juntamente con despumadores, flotadores, borboteadores y agitadores, si se desea, para com-



binar las ventajas de cada uno de ellos.

En líneas generales, la homogeneización del vidrio fundido se logra mediante el presente invento de la siguiente manera. El aparato dirige una corriente de gas contra la superficie del vidrio fundido. La corriente de gas que incide comunica así energía cinética al vidrio fundido. Dependiendo de la cantidad de energía cinética suministrada y de las formas de flujo superficial convectivo normales en la zona inmediata a la de incidencia del gas, los caudales de vidrio superficial pueden ser iniciados, acelerados, y retardados o incluso invertido su sentido, como resultado. La corriente de gas que incide produce además una interrupción o depresión visible en la zona inmediata a la de incidencia del gas y origina una perturbación ondulatoria en la superficie de vidrio fundido que aumenta el régimen de cizallamiento interno del vidrio. El régimen de cizallamiento interno de la masa del vidrio en la zona inmediata a la de perturbación ondulatoria se manifiesta por sí mismo en forma de circulaciones alrededor de un eje transversal de mayor profundidad que la depresión en el vidrio fundido. Las diferencias en la velocidad del vidrio y en las diversas zonas de la masa de vidrio en circulación originan adelgazamiento de la masa de vidrio, lo cual se traduce en homogeneización. La circulación tiene lugar alrededor de un eje transversal al flujo superficial principal. Durante la circulación, una parte de la masa en circulación sale del torbellino y se aleja de la influencia del gas que incide. Durante el tiempo en que el vidrio fundido está bajo la influencia del aparato, el vidrio es adelgazado y sometido a más intensos regímenes



nes de cizallamiento, los cuales eliminan DEFECTOS tales como estrías paralelas en la superficie en el vidrio.

5 El tamaño, la anchura y la profundidad de la depresión superficial en el vidrio, visible, el tamaño de los montículos que acompañan al vidrio o de los montículos que se desarrollan detrás de la depresión, la profundidad de la forma de circulación de homogeneización y la velocidad de rotación de la forma de circulación de homogeneización, son todos factores que dependen de la cantidad, de la temperatura, de la velocidad y del ángulo de incidencia de la corriente de gas. Otros factores que también influyen en la puesta en práctica del presente invento son la viscosidad del vidrio fundido y las fuerzas impulsoras de los flujos convectivos naturales en la masa de vidrio fundido.

15 Pueden desarrollarse niveles apreciables de resistencia o de retardo del flujo superficial cuando la dirección de la incidencia de la corriente de gas es en oposición a los flujos convectivos naturales en el sistema. (Cuando se usa en este sentido, "la resistencia aumentada" significa aumentar la relación de producción o paso de vidrio a flujo convectivo en un depósito de vidrio del tipo de fusión continua). La resistencia en el sistema contribuye considerablemente al buen funcionamiento en cuanto mejora el rendimiento térmico y el tiempo de permanencia mínimo, lo cual favorece la producción de vidrio homogéneo.

25 Haciendo funcionar un aparato para dirigir una corriente o corrientes de gas en una dirección perpendicular a la dirección del flujo superficial convecti

30



vo, o con un ángulo negativo, como se define en lo que sigue, se desarrolla una forma de flujo única en la masa de vidrio fundido. En las Figs. 1, 2, 3 y 4 se comparan los perfiles de velocidad de los flujos convectivos desarrollados en un depósito de vidrio plato típico, en el cual:

La Fig. 1 representa un perfil de velocidad sin resistencia y sin control;

La Fig. 2 representa un perfil de velocidad controlada con resistencia de flotador;

La Fig. 3 representa el perfil de velocidad controlada producido por el aparato del presente invento hecho funcionar para hacer incidir gas en una dirección perpendicular al flujo superficial; y

La Fig. 4 representa el perfil de velocidad controlada producido haciendo incidir gas con un ángulo sustancial negativo con respecto a la dirección del flujo superficial de acuerdo con el presente invento.

El ángulo de incidencia de la corriente de gas en el presente invento se define como el ángulo subtendido por una línea perpendicular a la superficie de vidrio fundido y una línea paralela a la dirección del flujo de la corriente de gas. Son ángulos positivos aquellos que resultan cuando la dirección de la incidencia de la corriente de gas es opuesta a los flujos superficiales naturales en el depósito. Los ángulos positivos de incidencia de la corriente de gas retardan los flujos superficiales existentes. Son ángulos negativos aquellos que resultan cuando la dirección de la incidencia de la corriente de gas es la misma que la dirección natural de flujo superficial en el depósito. Los ángulos negativos aceleran las ve



locidades de flujo superficial.

En el sistema sin resistencia de la Fig. 1, los flujos superficiales determinados en el punto 1a son hacia el extremo de conformación del depósito. Los flujos en los niveles inferiores en la masa de vidrio en el punto 2a son hacia el extremo de alimentación de la carga del depósito. Esta forma de flujo convectivo resulta en el sistema sin resistencia debido a ser aplicado calor en la zona 3a del depósito para fundir los materiales de la carga. Al fundirse la carga, el vidrio fundido en el centro aproximado del depósito se convierte en el vidrio más caliente en el crisol del depósito. Ese vidrio caliente presenta una menor densidad que el vidrio fundido más frío en las demás partes del depósito. El vidrio caliente de menor densidad flota sobre la superficie de la masa de vidrio más fría y fluye desde el punto más caliente, o zona de surtidor, hacia el extremo de conformación del depósito en una dirección, y hacia el extremo de alimentación en la otra dirección. El sistema de flujo sin resistencia no es deseable debido a que el vidrio superficial caliente que se mueve hacia el extremo de conformación puede invertir un tiempo de permanencia en el depósito demasiado corto para permitir que se eliminen las burbujas de gas contenidas en el vidrio fundido. Un resultado del flujo en el sistema de flujo sin resistencia puede ser un elevado número de burbujas incluidas en el vidrio final producido. Otro resultado del sistema de control sin resistencia puede ser un acondicionamiento de temperatura inadecuado para una conformación satisfactoria.

La presente práctica comercial para aumentar



el tiempo de permanencia del vidrio en el depósito consis-
te en introducir un despumador 4 refractario, como se ha
indicado en la Fig. 2. El tiempo de permanencia del vi-
drio fundido en el depósito se aumenta debido a que el vi-
5 drio debe fluir por debajo del despumador. El perfil de
velocidad en el vidrio es modificado por la introducción
del despumador, el cual proporciona otra superficie lb de
velocidad cero. Además es desplazado hacia abajo en la ma-
sa de vidrio.

10 La Fig. 3 indica el efecto del funcionamiento
del aparato 5 de incidencia de gas del presente invento
con un ángulo de 0° , es decir, perpendicular a la superfi-
cie del vidrio. Se prefiere esta disposición para produ-
cir homogeneidad sin recurrir a ayudas suplementarias. Co-
15 mo se ha ilustrado en la Fig. 3, el perfil de velocidad
en el punto lc no es considerablemente diferente del per-
fil de velocidad del tipo sin resistencia, mientras que
el despumador ejerce su influencia independientemente,
exáctamente igual que en la Fig. 2.

20 Como se ha ilustrado, la incidencia de gas
perpendicular a la superficie origina una depresión u
oquedad visible con apreciables montículos aguas arriba y
aguas abajo de la misma. El empuje del gas sobre la super-
ficie origina una perturbación ondulatoria la cual, a su
25 vez, origina circulación en profundidad alrededor de un
eje transversal en la masa de vidrio. Estas acciones in-
troducen cizallamiento y producen vidrio homogéneo, bien
refinado, de alta calidad. Puesto que el aparato está di-
rectamente en contacto con el vidrio fundido tampoco pue-
30 de introducir piedras refractarias ni producir defecto de



estrias paralelas por contacto, como ocurre en algunas ocasiones con un despumador refractario.

5 Cuando se mantienen constantes todas las variables tales como la presión, el volumen y el ángulo de incidencia del gas, y solamente se varía la altura del aparato por encima de la superficie del vidrio fundido, se observan los siguientes resultados. A medida que se aumenta la altura del aparato, disminuye el efecto sobre los flujos superficiales. La disminución de la altura del aparato origina un aumento correspondiente en el control sobre los flujos superficiales. En la mayoría de las aplicaciones del presente invento, la altura preferida del aparato por encima de la superficie del vidrio fundido es de unos 7,5 centímetros o menos.

10 La disminución de la altura del aparato da también por resultado un aumento de la profundidad a la cual se desarrolla la circulación de homogeneización en el vidrio. Pueden lograrse un grado considerable de homogeneización y de control del flujo superficial cuando se hace funcionar el aparato a una altura hasta de 16,5 centímetros por encima de la superficie del vidrio fundido. Puede conseguirse un mezclado limitado y control sobre los flujos superficiales cuando se hace funcionar el aparato a una altura incluso de 38 centímetros, pero estas alturas más elevadas de funcionamiento no son las preferidas.

15 También puede hacerse funcionar el aparato a la misma altura que la de la superficie del vidrio fundido, o incluso por debajo, con tal que el aparato se ponga en funcionamiento antes de ser descendido a su posición



final de funcionamiento.

5 Se obtienen diversos grados de control de flujo superficial y de homogeneización para ángulos de incidencia de la corriente de gas entre -90 y +90 grados. Un ángulo deseado para el retardo de flujo superficial parece ser de unos +30 grados. La homogeneización óptima del vidrio fundido parece producirse para ángulos entre aproximadamente 0 y -30 grados, pero puede obtenerse en menor medida hasta aproximadamente -80 grados.

10 Trabajando con toberas de 3,175 mm, la gama de presiones de trabajo del gas está comprendida entre unos 88 gramos por centímetro cuadrado y unos 528 gramos por centímetro cuadrado, por encima de la presión atmosférica. Evidentemente, la energía cinética comunicada al vidrio es una función del flujo y no de sólo la presión, de modo que la variación en el tamaño del orificio modificará la gama utilizable de presiones de trabajo. En lo que sigue, se usará la abreviatura g/cm² manométricos (gramos por centímetro cuadrado manométricos) para describir la presión en gramos por centímetro cuadrado por encima de la presión atmosférica. Los flujos de gas excesivamente altos, si bien dan por resultado una mayor acción de cizallamiento superficial, pueden traducirse en excesiva turbulencia superficial, la cual origina burbujas y vetas que quedan incluidas en el vidrio fundido. Por otra parte, en un depósito que tiene flujos de retorno relativamente fríos por debajo del flujo superficial del vidrio refinado, si se aplica demasiada fuerza puede dar por resultado un estiraje no deseado de vidrio desde el flujo de retorno a la corriente hacia delante. Pueden producirse estrías

15

20

25

30



paralelas y burbujas o ampollas de unos 88 g/cm^2 manométricos de presión de gas dan por resultado, de ordinario, homogeneización inadecuada y control deficiente de los flujos superficiales. La presión de gas puede variar, sin embargo, para fines específicos distintos al de homogeneización y control de flujo superficial, tales como para el control de la atmósfera del depósito, o bien para confinar la carga y la capa de espuma. Pueden emplearse, si se desea, entre 44 y 1.100 g/cm^2 manométricos.

La temperatura preferida de la corriente de gas que incide, en el presente invento, está relacionada con las características de fusión del vidrio, con las técnicas de caldeo, y con la geometría del depósito de fusión. Para algunos fines, la temperatura de la corriente de gas deberá estar comprendida de preferencia en un margen de unos $13,9^\circ\text{C}$ a uno y otro lado de la temperatura del vidrio fundido. En las operaciones de fabricación de vidrio comercial, esta temperatura está comprendida entre aproximadamente 1.094°C y 1.927°C . El gas, sin embargo, puede ser introducido en muchos casos a la temperatura ambiente (24°C) si el evacuador de calor desarrollado al hacer funcionar el aparato a esa temperatura relativamente baja no es perjudicial para el funcionamiento o si está compensado por otros medios de calentamiento en el depósito. A este respecto, pueden instalarse quemadores de gas o calentadores eléctricos para controlar el evacuador de calor. En general, cuanto mayor sea la temperatura del gas utilizado en el aparato, tanto mayor el rendimiento global de la operación, incluyendo una mayor homogeneización o control sobre la calidad final del vidrio.

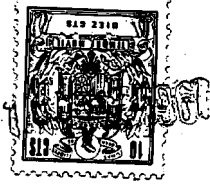


La Fig. 3a ilustra la aplicación de gas con un ángulo negativo sustancial, por ejemplo de 30° , y el efecto sobre el perfil de velocidad en el punto ld. Para igual fuerza aplicada, el montículo ilustrado es más alto que el producido en la Fig. 3, la velocidad superficial está acelerada aguas abajo y la profundidad de circulación es más pronunciada, creando más cizallamiento.

El volumen del gas requerido para poner en práctica el presente invento depende del tamaño del depósito de vidrio, del tamaño del aparato y de las funciones que se espera que ejecute el aparato. El tamaño y el tipo del depósito de vidrio también influyen en el tamaño del aparato requerido. El tamaño de aparato requerido para un crisol o depósito para fibra de vidrio o depósito para vidrio oftálmico, por ejemplo, sería considerablemente menor que el requerido para un depósito de vidrio para ventanas, de flotación o de luna.

El volumen de gas requerido para un aparato instalado en un depósito de fusión de vidrio para ventana comercial de tamaño medio, varía desde aproximadamente 8,5 a 85 metros cúbicos por minuto, dependiendo de si sólo se desea homogeneización, o bien se persigue a un tiempo control de los flujos superficiales y homogeneización del vidrio. El control de la atmósfera del depósito puede requerir todavía mayores volúmenes de gas. El volumen de gas usado por un aparato instalado en un depósito para vidrio en fibra o para vidrio oftálmico es considerablemente menor.

Una característica del invento es que cuando se hace incidir gas sobre la superficie del vidrio fundido



a través de una disposición de toberas o ranuras pasantes, el vidrio es visiblemente deprimido. Se forma una depresión bordeada por un montículo en uno o ambos lados de la depresión dependiendo de si la incidencia es casi perpendicular a la superficie o con un ángulo apreciable con respecto a la perpendicular. Cuando se introduce gas a 440 g/cm² manométricos a través de toberas de 3,175 mm estrechamente espaciadas entre sí a una elevación de 76,2 mm por encima de la superficie del vidrio y perpendicular a la superficie, el vidrio para ventana fundido a la temperatura de eliminación de burbujas de gas es deprimido localizadamente unos 50,8 mm por debajo del nivel general, y el pico del montículo puede estar a aproximadamente 25,4 mm por encima del nivel general. Es inducida circulación local de vidrio en una forma en que se extiende en profundidad hasta muchas veces la profundidad de la depresión.

Quando se trata la superficie de vidrio fundido en un depósito continuo, se pone cuidado para hacer incidir el gas sobre la superficie según una forma simétrica con referencia a la línea de centros entre las paredes laterales. De preferencia, la disposición es tal que se hace incidir el gas transversalmente a un flujo superficial principal dentro del depósito y esencialmente de pared a pared.

En depósitos continuos que tienen flujos de retorno de vidrio relativamente frío en estratos a lo largo del fondo y sin medios físicos de separación que aislen los flujos superficiales de ellos, debe ponerse cuidado para controlar la profundidad de circulación superficial para evitar tirar del vidrio frío al flujo superfi-



cial más caliente. De otro modo pueden resultar burbujas y estrías paralelas.

5 En las masas fundidas en crisoles, se pone cuidado para recorrer al menos un radio del crisol y para comunicar un movimiento de rotación en torno al centro del crisol para asegurar que todo el vidrio superficial queda bajo la influencia del gas que incide.

10 El presente invento se comprenderá más fácilmente haciendo referencia a los ejemplos que siguen.

EJEMPLO I

15 Para demostrar las ventajas del presente invento, se efectuó el estudio que sigue en un depósito de vidrio moderadamente somero del tipo de fusión continua en el cual fue introducida hornada continuamente por el extremo alimentador y se laminó una cinta de vidrio desde el extremo de conformación. El depósito tenía unos 15 metros de largo y aproximadamente 1,8 metros de ancho en la parte más ancha. La profundidad del vidrio fundido era de 20 aproximadamente 0,9 metros. El depósito de gas fue caldeado usando 24 lumbreras de caldeo situadas en la zona de fusión del depósito.

25 La Fig. 4 es una vista en perspectiva del aparato usado en la realización de este estudio, con varias secciones retiradas. El aparato fue fabricado principalmente a partir de dos tuberías de acero inoxidable orientadas concéntricamente. En la Fig. 5 se ha representado un corte transversal dado por encima de la línea V-V de la Fig. 4. La tubería interior 11 del aparato era de 73,0 30 mm de diámetro exterior, y la tubería exterior 12 era de



101,6 mm de diámetro exterior. La tubería interior servía como colector y conducción para el gas y estaba provista de una multiplicidad de toberas 13, las cuales permitían pasar gas desde el interior 14 de la tubería interior a través de la estructura al exterior de la tubería exterior. El agua era suministrada a través de la tubería 16 y hecha circular entre las paredes de las dos tuberías concéntricas 15 para enfriar el aparato durante el funcionamiento. El agua era entonces hecha retornar a través de la tubería 18 a su fuente. Se proporcionaron espaciadores 17 en la parte de colector del aparato para separar las tuberías interior 11 y exterior 12. La longitud total del aparato era de 3 metros, de los cuales solamente los 137 cm. centrales estaban provistos de las toberas de salida de gas. La longitud eficaz central del aparato contenía 107 toberas de 3,175 mm. de diámetro, separadas entre sí a 12,7 mm. entre centros.

La Fig. 6 es una vista en planta de una parte del depósito indicando la situación del aparato.

La Fig. 7 es un corte vertical tomado a lo largo de la línea VII-VII de la Fig. 6 del depósito, indicando la posición del aparato.

En la Fig. 6, el aparato se ha indicado como 10, y la envergadura eficaz del aparato como 20. El extremo de alimentación del depósito se ha indicado en 21 y el extremo de estiraje del depósito en 22.

El corte transversal a lo largo de la línea VII-VII de la Fig. 6, ilustrado en la Fig. 7, muestra la posición del aparato con respecto al vidrio fundido en el depósito 23, y la bóveda de refractario 24 del depósito.



Los refractarios lateral y de fondo en el punto de instalación del aparato se han indicado como 25 y 26 respectivamente.

5 El gas que se preparaba en el depósito durante este estudio tenía la siguiente composición química:

<u>Componente</u>	<u>Porcentaje en peso</u>
SiO ₂	44,38
Al ₂ O ₃	26,61
Li ₂ O	5,04
Na ₂ O	11,00
P ₂ O ₅	9,96
ZnO	3,00

15 La temperatura de fusión de este vidrio era de unos 1.472°C.

El depósito de vidrio, una vez lleno hasta la capacidad de funcionamiento, contenía aproximadamente 45 toneladas de carga cruda y vidrio fundido. El vidrio era estirado desde el extremo de conformación del depósito durante el funcionamiento del aparato a un ritmo comprendido entre 9 y 18 toneladas por día.

El gas usado en este estudio fue aire a una temperatura de aproximadamente 27°C.

25 En la Tabla I a continuación se presentan datos concernientes a la cantidad de estrías paralelas en el vidrio antes y después del funcionamiento del aparato. Se seleccionaron las estrías paralelas para investigación, debido a que éstas constituyen una medida directa del grado de homogeneidad del vidrio. El aparato fue hecho funcionar en varias condiciones diferentes de funcionamiento

30



indicadas en la Tabla I. Todas las condiciones operantes dieron por resultado una disrupción visible de la superficie de vidrio fundido en la zona inmediata a la de incidencia del gas.

5

TABLA I

<u>Altura del Aparato por encima del Vidrio</u>	<u>Presión de Aire (g/cm² manométricos)</u>	<u>Porcentaje de Vidrio Rechazable por defecto de Estrías Paralelas...</u>
Antes de la instalación de barrera de aire	---	87
63,5 mm	88 gramos	40
63,5 mm	176 gramos	21
63,5 mm	264 gramos	7

10

15

20

25

EJEMPLO II

Para estudiar más detenidamente el efecto de hacer funcionar el aparato del presente invento sobre flujos y mezclando, se fabricó un modelo a escala del depósito de vidrio del Ejemplo I. El depósito modelo a escala

30



se hizo de láminas de polimetil metacrilato (plexiglas) y el vidrio fundido fue simulado mediante glicerina. El flujo de la glicerina en el depósito modelo fue observado introduciendo negro de humo como tinte de marcación. El aparato usado en el estudio del depósito modelo fue construido de tubería de cobre que consistía en un tubo colector de 12,7 mm. de diámetro conteniendo 47 agujeros de 0,635 mm. de diámetro, situados con una separación entre sí de 1,59 mm. entre centros.

La forma del flujo natural sin controlarse adoptada en el depósito modelo cuando se retiraban y se añadían 3 centímetros cúbicos de glicerina por minuto a lo que correspondería a los extremos de conformación y alimentación del depósito respectivamente, es comparable a la indicada en la Fig. 1. Se calentó la glicerina usando calentadores de lámparas de infrarrojos hasta una temperatura de unos 60°C en una zona correspondiente a 3a de la Fig. 1, para establecer la forma de flujo convectivo natural en la glicerina.

En el estudio se emplearon las siguientes condiciones de funcionamiento: la altura del aparato era de 3,175 mm por encima de la superficie de la hornada de glicerina. El gas usado fue aire a una presión de 4,4 g/cm² manométricos. El aire fue impulsado a la glicerina con un ángulo de unos +30°.

La Fig. 8 es un dibujo que indica la forma de circulación desarrollada en la glicerina mediante la puesta en práctica de las técnicas del presente invento. Como se ha indicado en la Fig. 8, la dirección del flujo superficial fue invertida en la zona inmediata a la de inciden



5 cia del gas y se desarrolló un torbellino de homogeneización hasta una profundidad de aproximadamente 25,4 mm. en la glicerina. La superficie de la glicerina fue visiblemente interrumpida en la zona inmediata a la de incidencia del gas.

10 La traza de negro de humo estaba dispersa de manera visible en la glicerina de salida. En un depósito, el extremo de trabajo del cual tiene una configuración tal como la ilustrada en las Figs. 7 y 8, existiría normalmente un flujo de retorno a lo largo de la pendiente del suelo. Sin embargo, como se ha ilustrado, la introducción de gas con un ángulo positivo ha creado una barrera o resistencia tal que el flujo en la cámara de acondicionamiento es virtualmente flujo intermitente a la cámara de trabajo.

EJEMPLO III

20 Un tipo de depósito para vidrio de ventana usado comercialmente incorpora un cuello o canal entre las zonas de fusión y de afino de gas del depósito. El vidrio fundido acumulado en la zona de fusión del depósito fluye a través del cuello a las zonas de afino y de trabajo del depósito. El vidrio más frío fluye de retorno por debajo del flujo hacia adelante.

25 En el diseño de un depósito de vidrio para ventana son deseables algunos medios para retardar el flujo de vidrio fundido desde la zona de fusión al extremo de conformación del depósito. Ello es para proporcionar tiempo suficiente para que el vidrio se afine adecuadamente y se acondicione a temperatura. El método usualmen-

30



te adoptado en los depósitos de vidrio para ventanas consiste en proporcionar una masa de refractario flotante a través del cuello. Esta técnica de resistencia ha sido desarrollada por fabricantes de vidrio para ventana hasta el punto en que se producen vidrios para ventana aceptables de una manera considerablemente consistente. La técnica, sin embargo, tiene el inconveniente de que se introducen de vez en cuando piedras de refractario y vetas de refractario producidas por el desgaste del flotador. Otro inconveniente es que los flotadores precisan frecuente sustitución. Instalando un aparato diseñado para ejecutar las funciones del presente invento en un depósito para vidrio de ventana en lugar en el flotador, todos esos inconvenientes se superan eficazmente.

La Fig. 9 es una vista en planta de un depósito para vidrio de ventana indicando la situación de la instalación de unidades de aparato del presente invento en la zona de cuello.

Se han indicado dos unidades en 40 y 40', respectivamente, y se ha representado en 41 la envergadura eficaz de las unidades. Las casetas para despumadores y los compartimientos de estiraje se han indicado en 42 y 43, respectivamente.

La Fig. 10 es un corte transversal tomado a lo largo de la línea X-X de la Fig. 9, indicando la situación de la unidad 40 de aguas arriba y de la unidad 40' de aguas abajo con respecto a la bóveda 45 de refractario, y el vidrio fundido 46. Los refractarios laterales y de fondo se han indicado como 47 y 48 respectivamente.

Extendiéndose transversalmente en la totalidad



de la envergadura 41 del estrechamiento del depósito hay una aleta o deflector R situado de modo que aisle el flujo hacia adelante del flujo de retorno en el estrechamiento. De preferencia, el miembro R está construido de platino o de cerámica revestida de aleación de platino y rodio. De ordinario, la aleta R está inclinada ligeramente hacia el extremo de alimentación del depósito para asegurar que el vidrio que fluye hacia adelante permanece en el estrato superior y el flujo de retorno en el estrato inferior.

5

10

Con la aleta R en posición, la unidad 40 de incidencia de gas de aguas arriba está instalada con toberas dispuestas para dirigir gas con un ángulo sustancial positivo aguas arriba, por ejemplo de 45°. La unidad 40' de aguas abajo está instalada con toberas dispuestas con un ángulo sustancial negativo aguas abajo, por ejemplo de 30°.

15

Un diseño de unidad de incidencia de gas adecuado para uso en el cuello de depósitos de vidrio para ventana puede ser fabricado de tuberías de acero inoxidable protegidas por una envuelta de aleación altamente resistente, tal como de Inconel.

20

La Fig. 11 es un corte transversal longitudinal de tal unidad.

La Fig. 12 es un corte transversal dado a lo largo de la línea XII-XII de la Fig. 11, mostrando la disposición de toberas en el conjunto y los radios para rotación manual.

25

La Fig. 13 es un corte transversal tomado a lo largo de la línea XIII-XIII de la Fig. 11, mostrando las entradas y salidas para el agua de refrigeración.

30

El propio componente de alimentación de gas



consiste en dos tuberías concéntricas, siendo la tubería interior 51 una tubería de 76,2 mm de diámetro interior, y siendo la tubería exterior 52 una tubería de 127,0 mm de diámetro interior. La tubería interior sirve como conducto para el gas usado, de preferencia aire a la temperatura, o próxima a ella, del vidrio fundido en la región sometida a tratamiento. El material de construcción limita usualmente la temperatura superior del gas que incide, pero hemos trabajado con gas a temperaturas tan bajas como la temperatura ambiente, o bien de unos 240C.

Separando la tubería interior 51 y la tubería exterior 52 hay un material aislante refractario tal como papel Carborundum Fiberfrax Tipo 970-J. Dispuesta concéntricamente alrededor de las tuberías de alimentación de gas hay una envuelta exterior de Inconel 53 dispuesta de modo que funcione como una camisa para agua de refrigeración. El espacio entre la tubería 52 y la envuelta 53 está dividido en cuatro compartimientos aislados por soldadura estanca al agua de tabiques divisorios 54 a los dos elementos concéntricos. Dos de los compartimientos están conectados a entradas de agua 55 y el resto a salidas de agua 56.

Como se ha ilustrado en las Figs. 11 y 12, una fila de toberas 57 en alineación lineal están roscadas en derivación a la tubería 51 y se extienden dentro de un rebajo en las paredes de la tubería 52 y la envuelta 53, que está delimitado por paneles 58 de unión soldados. Un aro 59 de respaldo está soldado en relación estanca al agua al extremo de tope de la tubería 52 y envuelta 53, después de lo cual se suelda una pestaña circular 60 a la



circunferencia de la tubería 51 a unos 38 mm hacia dentro del extremo.

5 La envuelta exterior 53 se extiende más allá de las extremidades de la tubería 52 y 51 como se ha ilustrado en la Fig. 11. Cada una de ellas está cerrada herméticamente por una placa soldada en la extremidad y reforzada con Fiberfrax o aislamiento similar.

10 Los semiacoplamiento C, C están soldados a la envuelta 53 para facilitar la rotación como se describe aquí en lo que sigue. Los elementos T son extensiones de termopar.

15 La unidad que acaba de describirse es, en esencia, un colector 61 aislado adecuado para alimentación de aire u otro gas a presión a través de una serie de toberas, de tal modo que se origine un diseño de chorros finos casi como una corriente lineal.

20 En la aplicación a la realización que acaba de describirse, tal unidad está acoplada a una fuente de aire caliente, en este caso un quemador cilíndrico de exceso de aire, en que la salida es alimentada a la entrada del colector 61. Tal quemador, ilustrado esquemáticamente como 62 en la Fig. 10, puede encontrarse en el comercio. Como se ha ilustrado, se monta de modo que quede concéntrico con el colector 61 y sea giratorio de manera ajustable, de modo que las toberas del colector puedan ser alineadas con cualquier ángulo deseado con respecto a la horizontal. Tal combinación de quemador y colector va convenientemente montada sobre un bastidor de rodillos, guiado a su vez por vías para introducción y retirada desde un
30 horno.



En la aplicación a un horno que tiene un estrechamiento de 3 metros de ancho, tal unidad de colector se construye de 5.816 mm. de longitud total, con un tubo exterior 52 de 5.740 mm y un tubo interior 51 de 5.613 mm. Las toberas 57 se dispusieron a 12,7 mm entre centros con el siguiente agrupamiento. En el centro había 189 toberas de 3,175 mm de ánima, avanzando luego hacia fuera a cada lado desde ella cuatro de 11,11 mm. de ánima, cuatro de 2,38 mm, cuatro de 1,98 mm. y cuatro de 1,58 mm, haciendo un total de 221 toberas, con una envergadura total de 2.845 mm.

La Fig. 14 ilustra esquemáticamente la forma en que se comporta el colector por lo que respecta a la presión a diferentes distancias desde las extremidades de tobera cuando se introduce aire a 308 g/cm² en la entrada desde una fuente constante. A partir del origen, a lo largo de las abscisas se mide la distancia desde la pared más próxima a la entrada a las diversas toberas, en milímetros, y a lo largo de las ordenadas la presión en gramos por centímetro cuadrado manométricos, a tres distancias diferentes desde las toberas. Las curvas se generan a partir de los máximos de respuestas de presión frente a las toberas. Se observará que hay un área sin presión en la proximidad de las paredes laterales y que, a una distancia de aproximadamente 101,6 mm desde las paredes, la presión aumentaba gradualmente hasta un máximo a través del baño. Ese control intencionado está diseñado para evitar agitar el vidrio a lo largo de las paredes, con la intención de evitar la erosión de las paredes de la cuba y el atrapamiento de vidrio frío.

Con dos de tales unidades dispuestas como se ha ilustrado en la Fig. 9 y formando un ángulo como el an



teriormente descrito en este ejemplo, se introdujo aire a 916°C en ambas unidades, siendo la presión del colector aguas arriba de 440 g/cm² manométricos y la aguas abajo de 660 g/cm². Después de estabilizar el funcionamiento a lo largo de un período de dos días, el defecto total de estrías paralelas determinado por procedimientos normalizados, fue mejorado en un promedio del 50% con respecto al funcionamiento previo a la instalación. En el estirado de vidrio de resistencia sencilla de calidad normal, para de formación, la velocidad total de estirado (una medida de la producción) fue aumentada en el 10%, lo cual representa una ganancia muy apreciable en rendimiento.

Las Figs. 23 y 24 son esquemas que muestran, en la Fig. 23, los perfiles de velocidades consecuentes a la disposición que acaba de describirse, y en la Fig. 24, el cambio en las características de flujo.

Cuando el aparato de incidencia de gas del invento está instalado en un depósito en funcionamiento, o por cualquier otra razón se hace una aplicación "caliente", es deseable poner en práctica el invento sin medios físicos para separar el flujo hacia adelante del flujo de retorno. En tales casos, un flotador usual está usualmente ya en posición, y el invento se utiliza juntamente con éste.

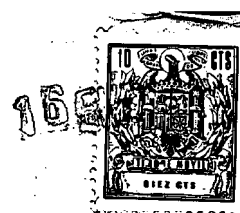
En una realización típica del invento, se hizo funcionar un depósito para vidrio de ventana, tal como el ilustrado en la Fig. 9 y de las dimensiones anteriormente descritas, con un flotador F en posición, como se ha representado en líneas de trazos, y el colector 40 de aguas arriba quitado. Se hizo funcionar el colector 40'



con toberas que dirigían aire perpendicularmente a la superficie del vidrio (0°) a una altura de 76,2 mm por encima de la superficie, siendo la temperatura del aire de 916°C y siendo variada la presión en el colector desde 189 a 471 g/cm^2 manométricos. Esta operación fue efectuada antes de instalarse la aleta R en el estrechamiento, como consecuencia de lo cual solamente la gravedad separaba el flujo superficial hacia adelante del flujo inferior de retorno.

En esta forma se hicieron funcionar el depósito y cuatro máquinas durante un período superior a 80 días, durante el cual el tonelaje medio estirado por día aumentó aproximadamente un 5%, mientras que el defecto de estrías paralelas, expresado en términos de porcentajes de láminas de vidrio conteniendo estrías paralelas visibles mediante el verificador óptico de sombra en $0-76,2 \text{ mm}$, fue reducido a la mitad. Mejores resultados en cuanto a calidad se obtuvieron para presiones de 440 g/cm^2 manométricos al principio de la prueba, en que el defecto de estrías paralelas era la cuarta parte del promedio de antes de la prueba.

Además de las anteriores pruebas, hemos hecho funcionar el mismo aparato en condiciones variables de flujo, temperatura y ángulo de incidencia. Resumiendo los resultados, hemos trabajado a -15 grados con mejora del efecto de estrías paralelas a presiones desde 396 a 506 g/cm^2 manométricos y a una temperatura de 916°C , aumentando ligeramente las inclusiones y las ampollas para flujos más altos. Para -30 grados y 916°C , mejoró el defecto de estrías paralelas y la presión alcanzó un máximo de unos



308 g/cm² manométricos. A -45° y 916°C, la presión alcanzó un máximo entre 220 y 264 g/cm² manométricos. A -60° y 916°C, se emplearon menores presiones.

5 En general, en cada caso pueden emplearse menores temperaturas con disminución en cuanto a calidad de la producción. No puede indicarse un límite inferior absoluto, pero puede emplearse aire a la temperatura ambiente, en particular cuando se aumentan las temperaturas de funcionamiento del depósito.

10 A continuación se da la composición del vidrio fundido en el depósito en estas condiciones, pero sería adecuada cualquiera de las composiciones comercialmente populares de sosa-cal-sílice.

15

<u>Ingrediente Oxido</u>	<u>Porcentaje en Peso</u>
SiO ₂	73,0
Na ₂ O	13,2
CaO	8,5
MgO	3,5
20 Al ₂ O ₃	1,2
Na ₂ SO ₄	0,4
NaCl	0,1
Fe ₂ O ₃	0,1

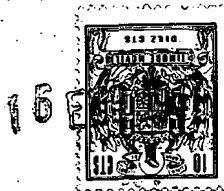
25

EJEMPLO IV

También puede diseñarse un aparato para uso en un depósito para vidrio óptico. La Fig. 15 es una vista en planta de un depósito para vidrio óptico indicando dos posibles emplazamientos, 71 y 72, en que tal aparato

30

podría ser instalado.



5 Todo vidrio óptico puede ser homogeneizado independientemente de su composición. El presente invento es particularmente útil en la fabricación de vidrio óptico debido al alto grado de homogeneidad requerido y debido a que permite la eliminación de los agitadores mecánicos metálicos actualmente usados en la operación empleada comercialmente, los cuales intrducen ocasionalmente oclusiones metálicas en el vidrio.

10 EJEMPLO V

La Fig. 16 ilustra el esquema de emplazamientos posibles para colectores aplicados de acuerdo con el invento a un depósito para recipientes.

15 EJEMPLO VI

20 También puede usarse el presente invento para fines de homogeneización en la fabricación de fibra de vidrio. La Fig. 17 es una vista en planta de una parte de un aparato de fusión usado para preparar filamentos de fibra de vidrio, indicando dos posibles emplazamientos de la instalación, 76 y 77, para el aparato.

25 Todas las fibras de vidrio pueden ser homogeneizadas independientemente de la composición. Cuando se usa el presente invento para homogeneizar fibras de vidrio, tiene la ventaja adicional de permitir la preparación del vidrio directamente a partir de la carga, en lugar de a partir de bolas previamente preparadas de la composición de fibra de vidrio.



EJEMPLO VII

También pueden usarse las técnicas del presente invento en el procedimiento de fabricación de vidrio soluble (silicato sódico).

5 El procedimiento de fabricación de silicato sódico actualmente empleado es sorprendentemente ineficaz. Aunque el calor de fusión del silicato sódico, partiendo de arena y de carbonato sódico como materiales de carga, es solamente de 0,44 millones de kilocalorías por tonelada, el procedimiento de producción comercialmente empleado se ha comprobado que exige aproximadamente 2,2 millones de kilocalorías por tonelada. La principal razón para la elevada aportación térmica requerida es que, en la zona de fusión del depósito, el vidrio de silicato sódico fundido está cubierto por una capa relativamente grande de espuma y carga. Esta capa grande de espuma y carga impide la transferencia de calor a la masa fundida, disminuyendo así el rendimiento de la operación de fusión. Se ha calculado que si se usa aire como el gas a una temperatura de 1.038°C, de acuerdo con los principios del presente invento, el calor requerido para producir 1.000 kilogramos de silicato sódico sería de aproximadamente 1,2 millones de kilocalorías.

15 Puede obtenerse producción continua mejorada de vidrio de silicato sódico por varias técnicas en que se usan los principios básicos del presente invento. En el procedimiento de producción comercial para fabricar silicato sódico, se mezclan los materiales de carga carbonato sódico (Na_2CO_3) y arena (SiO_2) en una relación de 1,0 parte en peso de Na_2CO_3 a 2,46 partes en peso de SiO_2 .

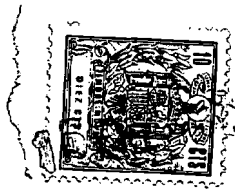


Esa mezcla de carga produce un vidrio que contiene 1,0 parte en peso de Na_2O y 3,25 partes en peso de SiO_2 . El horno de vidrio de silicato sódico es caldeado por gas, tiene 6 metros de ancho por 15,6 metros de largo, y es del tipo regenerativo. La profundidad del vidrio en el depósito es de unos 0,9 metros, y el caldeo se efectúa mediante seis quemadores a cada lado del depósito.

Se emplean tuberías refrigeradas por agua como barras despumadoras en el depósito para evitar que hornada no fundida procedente de la capa grande de hornada y espuma pase a través del depósito sin ser fundida. La mancha de carga y espuma se extiende normalmente de $2/3$ a $3/4$ de la longitud del depósito, o bien en aproximadamente 10,5 metros desde la pared del depósito correspondiente al extremo de alimentación. La capacidad de producción de un depósito de este tipo está calculada en unas 208 toneladas métricas de silicato sódico por día.

Para aumentar el rendimiento de la producción de vidrio de silicato sódico, pueden instalarse en el depósito uno o más aparatos del presente invento, como se ha ilustrado en la Fig. 18. Dirigiendo las corrientes del gas que incide hacia el extremo de carga o de alimentación del depósito con un ángulo, la capa de carga y espuma puede ser confinada en aproximadamente los primeros 4,5 a 5,4 metros del depósito. Las tuberías de barra despumadora refrigeradas por agua que están normalmente presentes pueden dejarse en el depósito o quitarse, según se desee. El aparato se ha indicado como 81.

También pueden instalarse un par de aparatos, 82 y 83, en una configuración de forma de V como se ha



ilustrado en la Fig. 19, y ser hechos funcionar para dir
gir las corrientes de gas parcialmente hacia el extremo
de alimentación del depósito y parcialmente la una hacia
la otra. La capa 84 de carga y espuma puede ser así confi
5 nada al área representada en la Fig. 19. También pueden em
plearse una serie de dos o más configuraciones de forma
de V en serie o en cualquier combinación de configuracio-
nes en V y rectas.

También pueden instalarse dos aparatos, 85 y
10 86, como se ha ilustrado en la Fig. 20, que discurren a
lo largo del depósito de silicato sódico y dividen la an-
chura del depósito aproximadamente en terceras partes. En
esta modificación, las toberas de cada aparato que propor
cionan las corrientes de gas de incidencia pueden ser diri
15 gidas parcialmente hacia el extremo de carga de alimenta-
ción del depósito y parcialmente hacia el aparato opuesto,
o bien solamente hacia el aparato opuesto. La capa 87 de
carga y espuma es así confinada al tercio central de la
anchura del depósito y en el primer tercio aproximado de
20 la longitud del depósito. La forma de flujo que se desa-
rolla en el depósito comprende un par de hélices que tie-
nen sus ejes paralelos al eje geométrico longitudinal del
depósito. Esa forma de flujo proporciona resistencia, ho-
mogeneidad, rendimiento térmico, y disminuye la velocidad
25 de desgaste de las paredes laterales refractarias del de-
pósito.

La temperatura de las corrientes de gas que
incide, en todas las anteriores modificaciones para uso en
un depósito de producción de silicato sódico, no es críti
30 ca. No obstante, cuanto mayor sea la temperatura del gas

10 ENE 19



que incide tanto menor es la probabilidad de que se desarrolle un evacuador de calor no deseable. Puesto que las burbujas y oclusiones en el vidrio de silicato sódico no son objetables, pueden emplearse presiones y velocidades del gas relativamente elevadas, en comparación con las que se usan en otros tipos de operaciones de fusión de vidrio. Están previstas, por ejemplo, presiones de gas hasta de 1 kg/cm^2 , para uso en depósitos de fusión de silicato sódico.

EJEMPLO VIII

La capacidad de homogeneización del presente invento puede separarse de su capacidad de resistencia cuando el vidrio que está siendo homogeneizado es fundido en un crisol o vasija. Masas fundidas en crisol, desde 1,4 kilogramos de una composición de vidrio de laser a 953 kilogramos de una composición de vidrio sódico-calizo-silícico han sido homogeneizadas. En todos los casos, el grado de homogeneidad obtenido en la masa fundida en crisol fue mayor que el anteriormente obtenido usando agitadores mecánicos usuales.

La Fig. 21 indica una posición posible para un aparato 90, diseñado para homogeneizar vidrio fundido en una vasija o crisol.

El elemento 91 de colector del aparato está provisto de al menos una tobera situada para dirigir una corriente de gas en ángulo sobre la superficie de la masa fundida. El aparato deberá estar provisto de varias de tales toberas, sin embargo, para mejores resultados.

La corriente o corrientes de gas que inciden



hacen que el vidrio gire según un patrón circular alrededor de un eje geométrico vertical en el centro de la vasija o crisol. Simultáneamente, la componente hacia abajo de la fuerza ejercida por la corriente o corrientes del gas que incide, y las fuerzas centrífugas desarrolladas por la rotación de la masa de vidrio fundido alrededor del eje vertical, hacen que el vidrio fundido superficial fluya hacia fuera hacia las paredes del recipiente que contiene la masa fundida. Al llegar a la pared, el vidrio superficial fluye luego hacia abajo a lo largo de la pared, hasta el fondo del recipiente, a lo largo del fondo hasta el centro del recipiente, y vuelve subiendo por el centro de la masa fundida hasta la superficie. La forma de circulación establecida es pues una forma de flujo en hélice similar a una hélice de forma anular. Esta forma de circulación favorece el adelgazamiento y por tanto la homogeneización del vidrio en un corto período de tiempo.

Para homogeneizar una masa fundida en crisol de 953 kilogramos de vidrio, se comprobó que era adecuado un aparato con un elemento de colector de 1.143 mm de longitud total y de una envergadura de 914,4 mm en el horno. El aparato consistía en una serie de tuberías concéntricas en que la tubería interior (de gas) tenía 12,7 mm de diámetro, y la tubería exterior (refrigerante de agua) tenía 25,4 mm de diámetro. El colector estaba provisto de 16 toberas separadas a 12,7 mm entre centros, de 3,175 mm de diámetro y orientadas para hacer incidir corrientes de gas con un ángulo de 30° con respecto a la superficie del vidrio. El gas usado era aire deshidratado a una temperatura de unos 93°C. La presión de gas al principio era de



774 g/cm² manométricos la cual se disminuía gradualmente a medida que avanzaba la fusión hasta 211 g/cm² manométricos. El aparato se situó y se hizo funcionar a 50,8 mm por encima de la superficie del vidrio fundido.

5 Para homogeneizar 1,4 kilogramos de una composición de vidrio para lasser con alto contenido en fosfatos en un crisol, se usó un aparato fabricado de grafito con un colector de 57,15 mm de largo y 15,9 mm de diámetro exterior. El colector contenía cinco toberas de 6,35 mm de separación entre centros y 1,016 mm de diámetro. El ángulo de incidencia de la corriente de gas con respecto a la superficie del vidrio era de 30°. El gas usado era gas de gasógeno (7% de H₂ y 93% de N₂) a una temperatura entre 260 y 538°C. El caudal de flujo del gas era de 19,6 litros por minuto a través de las toberas del elemento colector de grafito. El aparato fue situado y hecho funcionar a 19,05 mm por encima de la superficie del vidrio fundido.

EJEMPLO IX

20 Las técnicas del presente invento pueden asimismo emplearse para estimular la velocidad y el rendimiento térmico de la carga de fusión en un depósito de fusión de vidrio continuo. El aparato, o varios aparatos en serie, pueden ser instalados, por ejemplo, como se ha indicado en la Fig. 22, entre la posición 93 de zona de surtidor y la capa 94 de carga. El aparato 95 se hace funcionar para dirigir corrientes de gas hacia abajo sobre la superficie del vidrio y hacia el extremo de alimentación del depósito. Este modo de funcionamiento impide que ma-

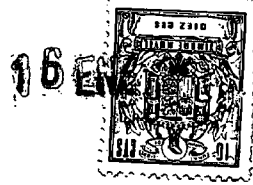


5 sas de carga se desplacen demasiado lejos hacia abajo en el depósito antes de ser fundidas y favorece además la disipación de cualquier espuma de carga que pueda haber presente sobre la superficie del vidrio fundido. Esta técnica permite más rápida fusión de la carga y puede usarse en depósitos de vidrio tanto del tipo caldeado con gas como del tipo de fusión eléctrica. Esta técnica permite además cambiar de una composición de vidrio a otra composición de vidrio, en una operación continua de fusión de vidrio, siendo ello posible en un período de tiempo más corto y con menor producción de vidrio de composición intermedia.

15 A manera de ejemplo, en un depósito de fusión continua de fibra de vidrio caldeado por gas de 136 kilogramos por hora, con seis lumbreras de caldeo a cada lado del crisol de fusión, y un afinador caldeado separado por una pared de puente, se instaló un colector refrigerado por agua de acuerdo con el invento. La unidad consistía en "una tubería de 88,90 mm de diámetro exterior con un recubrimiento de Fiberfrax de 4,76 mm sobre el cual va una cubierta de 0,254 mm de aleación del 90% de platino y el 10% de rodio. Tal unidad refleja el 70% del calor que le llega. Hay 121 toberas, a 12,7 mm de separación entre sí, cada una de un diámetro interior de 1,58 mm, de manera que la distancia entre las dos toberas extremas es de 1,5 metros".

25 El depósito era de 4,35 metros de largo y 1,65 metros de ancho, estando las lumbreras de caldeo espaciadas aproximadamente por igual a lo largo de la longitud. La unidad de incidencia de gas fue instalada a través de

30

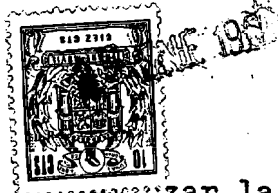


un orificio de inspección existente a 127,0 mm por encima de la superficie del vidrio y se apoyó en la pared de un orificio de inspección correspondiente en el lado opuesto. La posición era aproximadamente a mitad de recorrido de la longitud, o bien a 2,25 m. desde la pared posterior. Las toberas estaban dirigidas con un ángulo de 45° desde la superficie hacia la parte de carga de la cámara de fusión, de modo que soplasen contra la espuma y estimularan la circulación superficial desde la zona de surtidor hacia la pared posterior. La distancia vertical desde la tobera a la superficie del vidrio era de 146,05 mm.

Se introdujo aire a través del colector a 66°C. 563 g/cm² manométricos, y a 2,0 m³/min.

Debido a la temperatura relativamente baja del gas que se hacía incidir, fue necesario aumentar ligeramente el régimen de caldeo, pero, no obstante, la producción (rendimiento) fue mejorada. La línea de espuma retrocedió hacia arriba del depósito proporcionando una transferencia más eficaz de calor a la masa fundida. Evidentemente, puede elegirse introducir gas calentado a través del colector de incidencia y disminuir el régimen de caldeo, siempre con un resultado final mejorado.

El gas a una presión relativamente alta puede, si no está calentado a una temperatura suficientemente alta, originar el enfriamiento profundo del vidrio. Al ser enfriado vidrio profundamente, aumenta la viscosidad del vidrio. La movilidad del vidrio disminuye entonces, lo cual destruye el par viscoso deseado entre el vidrio superficial y el vidrio que está más profundo en el depósito, necesario para desarrollar el torbellino homogeneiza-



dor. Por otra parte, ~~dejar~~ ^{enfriar} la superficie del vidrio a enfriarse y a hacerse rígida, aumenta también el tiempo de que se dispone para ulterior enfriamiento a fondo. El vidrio puede llegar a hacerse tan viscoso que las crestas de las ondas formadas junto al borde de la depresión por las corrientes de gas que inciden pueden plegarse sobre sí mismas atrapando burbujas en el vidrio. La velocidad de desplazamiento de las crestas de las ondas puede asimismo disminuir hasta el punto en que las crestas de ondas recién formadas puedan alcanzar a las anteriormente formadas para desarrollar otro mecanismo para atrapar burbujas de gas y originar defectos. Estos problemas no pueden ser eliminados aumentando la presión del gas que incide. El efecto de tal cambio es únicamente el de producir enfriamiento adicional del vidrio superficial, lo cual complica el problema. El aumento de la temperatura del gas que incide es beneficioso, pero por sí solo puede no bastar para alcanzar los resultados deseados.

La formación de vetas en el vidrio es otro tipo de defecto anterior que puede producirse si la velocidad del gas que incide es demasiado alta. La formación de vetas consiste en sopladuras alrededor de la superficie del vidrio o el desgarramiento de ésta.

El diseño preferido del aparato del presente invento emplea una sola fila de toberas circulares igualmente espaciadas, de diámetros iguales, como medio para dirigir el gas sobre la superficie del vidrio fundido. Pueden sin embargo usarse más de una fila de orificios, y el tamaño de los orificios puede variarse a través de la longitud del aparato para variar la cantidad de gas que cho-



ca con las diferentes partes de la superficie del vidrio abarcada por el aparato.

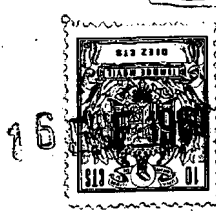
5 No es preciso que las toberas sean de sección transversal circular, sino que pueden ser de sección transversal ovalada, cuadrada, octogonal, triangular o de cualquier otra forma, según se desee. Puede incluso variar la sección transversal de las toberas a lo largo de la longitud de la tobera.

10 Además de con una serie de toberas, el aparato puede ser construido usando una sola ranura estrecha de anchura constante, o una serie de ranuras cortas, como medios de salida de gas. La ranura o las ranuras pueden también variar en anchura a lo largo de sus longitudes para hacer incidir diferentes cantidades de gas en diferentes partes de la superficie del vidrio fundido.

15 También puede fabricarse el aparato con medios para ajustar el tamaño de las toberas o ranuras, por separado o individualmente. Un diseño ajustable típico consistiría en dos tuberías concéntricas con una distribución común de orificios o ranuras, las cuales podrían ser hechas rotar la una con respecto a la otra para alinear las aberturas para máxima producción de gas, o para desalinear las aberturas para cortar por completo la alimentación de gas. En las diversas posiciones intermedias, podrían liberarse cantidades variables de gas.

20 La sección transversal del componente colector de alimentación de gas principal del aparato puede también ser circular, ovalada, cuadrada, rectangular o de cualquier otra forma que se desee.

25 La envergadura eficaz del aparato puede ser



5 recta, curvada, de forma de V, ondulada o incluso denta-
da. El aparato puede incluso estar curvado tanto en el
plano horizontal como en el plano vertical. La envergadu-
ra eficaz puede disponerse de modo que cubra la anchura
total del canal, o una parte de la misma.

10 Las ventajas del presente invento son varias
y de distintas clases, dependiendo del tipo de operación
de fusión de vidrio implicada. Una ventaja es la posible
eliminación de elementos estructurales refractarios, ta-
les como el flotador de cuello, en un depósito para vi-
drio de ventana. A este respecto, la eliminación de ese
elemento refractario disminuye el número de piedras re-
fractarias que se encuentran en el vidrio final.

15 Resumiendo las ventajas del invento:

En los depósitos someros o poco profundos,
aplicada con un ángulo positivo junto a la zona de traba-
jo, la corriente de gas puede actuar como una resistencia,
incluso como una pared de contención, para aislar el flu-
jo de retorno del flujo hacia adelante;

20 puede aumentar el tiempo mínimo de permanen-
cia sin reducir la producción total;

25 a temperaturas inferiores a la ambiente, pue-
de ayudar a entregar vidrio refinado a la zona de trabajo
a las temperaturas de trabajo apropiadas con una longitud
de depósito disminuída por debajo de la normal.

Para fusiones en vasija o crisol puede usarse
para sustituir a los agitadores mecánicos.

30 En todos los depósitos continuos, puede utili-
zarse para contener la espuma reteniéndola en la zona de
fusión, aumentando así el área de vidrio fundido que "ve"



el calor radiante y mejorando el rendimiento de la fusión;

puede utilizarse para acelerar el flujo de vidrio por debajo de la hornada en la zona de fusión;

5 puede utilizarse con ángulos desde 0° hasta grandes ángulos negativos, para mejorar la homogeneización en las zonas de afino y de trabajo, sin recurrir a agitadores mecánicos.

10 En los depósitos profundos, juntamente con medios para aislar los flujos hacia adelante de los flujos de retorno, puede utilizarse para sustituir flotadores o como una resistencia y/o para someter al flujo hacia adelante a enérgico cizallamiento y homogeneización sin mezclar con el vidrio procedente del flujo de retorno.

15 El presente invento puede también ser adaptado para controlar el grado de oxidación o reducción de la atmósfera del depósito introduciendo diversos gases oxidantes o reductores. El invento prevee incluso introducir gases inertes en el depósito cuando se están fundiendo composiciones de vidrio especiales. Es asimismo posible usar un gas combustible o una mezcla de gases para aportar posibilidades de calentamiento adicionales.

20 Para mejorar todavía más la homogeneización obtenida en una operación de fusión de vidrio, las técnicas del presente invento pueden combinarse con otros diversos medios de mezcla empleados usualmente, tales como borboteadores o agitadores mecánicos. A este respecto el aparato puede ser combinado con agitadores de dedos usuales cuando se requiere un muy alto grado de homogeneiza-

30

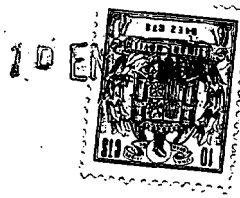


ción en el producto final de vidrio, tal como en la producción de vidrio óptico.

5 También pueden usarse más de un aparato del presente invento, dispuestos en serie en un depósito de fusión de vidrio, si se comprueba que el grado de homogeneización o de control de los flujos superficiales que se obtienen haciendo funcionar un sólo aparato es inadecuado.

10 El aparato del presente invento puede ser modificado en tamaño y en diseño para que sea útil para todos los tipos de depósitos o crisoles de fusión de vidrio, incluidos, pero sin que quede limitado a ellos, los depósitos usados para producir vidrio para ventana, vidrio en luna, vidrio de flotación, fibra de vidrio, vidrio óptico, 15 vidrio soluble (silicato sódico) y diversos vidrios especiales tales como vidrios para laser y vidrios fototrópicos. El aparato del presente invento puede también ser modificado en diseño o en funcionamiento, y ser instalado en muchos emplazamientos diferentes en esos diversos tipos 20 de recipientes para fusión del vidrio.

Un aparato o una modificación del mismo puede ser colocado en las proximidades de la zona de surtidor en un depósito de fusión continua de vidrio para retardar los flujos superficiales convectivos separándolos de la 25 zona de surtidor. Este emplazamiento puede usarse incluso para modificar la posición exacta de la zona de surtidor hasta un cierto grado. Disminuyendo las velocidades de flujos convectivos desde la zona de surtidor, puede disminuirse la velocidad media de la masa de vidrio en circulación para aumentar el tiempo de permanencia y disminuir 30



la cantidad de desgaste del refractario en todo el depósi-
to.

5 Finalmente, el aparato del presente invento,
o modificaciones del mismo, puede ser incorporado en cual-
quier lugar en un depósito o crisol de vidrio cuando, por
cualquier razón, se desee controlar el flujo superficial
del vidrio fundido.

10 Aunque el presente invento ha sido considerado
en términos de ejemplos específicos, el alcance del inven-
to solo quedará limitado por la letra de las reivindica-
ciones que se acompañan.

15 La presente solicitud que corresponde a la
presentada en los Estados Unidos de América, el 1 de No-
viembre de 1.965, bajo el número 505.839; 11 de Mayo de
1.966, número 554.270 y 7 de Octubre de 1.966, número
583.201, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vi-
gente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

N O T A

20 Los puntos de invención propia y nueva que se
presentan para que sean objeto de esta solicitud de Paten-
te de Invención en España por VEINTE años, son los si-
guientes:

24 1.- Un método de homogeneizar un líquido vis-
coso tal como vidrio fundido en un recipiente, que com-
prende hacer incidir al menos una corriente de gas contra



la superficie del vidrio fundido en una posición alejada de las paredes del recipiente con fuerza suficiente para crear una interrupción visible de la superficie del vidrio fundido en la zona inmediata a la de incidencia del gas.

5 2.- Un método según la reivindicación 1, en que el recipiente es un depósito de fusión de vidrio continua.

10 3.- Un método según la reivindicación 1, en que la corriente de gas que incide hace contacto con la superficie del vidrio fundido con un ángulo comprendido entre $+80$ y -80° .

4.- Un método según la reivindicación 1, en que el gas es aire.

15 5.- Un método según la reivindicación 1, en que la temperatura del gas está comprendida entre 24°C y 1.927°C .

20 6.- Un método según la reivindicación 1, en que la corriente de gas que incide hace contacto con la superficie del vidrio fundido formando un ángulo comprendido entre 0 y -90 grados.

25 7.- Un método de homogeneizar un líquido viscoso tal como vidrio fundido en un recipiente, que comprende hacer incidir al menos una corriente de gas contra la superficie del vidrio fundido con un ángulo aproximadamente perpendicular a ella, con fuerza suficiente para crear una depresión visible en la superficie del vidrio fundido en la zona inmediata a la de incidencia del gas.

30 8.- Un método según la reivindicación 7, en que el recipiente es un depósito de fusión continua de vidrio.



9.- Un método según la reivindicación 7, en que el gas es aire.

10.- Un método según la reivindicación 7, en que la temperatura del gas está comprendida entre 24°C y 1.927°C.

11.- Un método de homogeneizar un líquido viscoso tal como vidrio fundido, en un recipiente, que comprende hacer incidir al menos una corriente de gas contra la superficie del vidrio fundido, con un ángulo que no sea el de la perpendicular a ella, en una posición alejada de las paredes del recipiente, y con fuerza suficiente para variar sustancialmente los flujos superficiales del vidrio fundido y para crear una interrupción visible de la superficie del vidrio fundido en la zona inmediata a la de incidencia del gas.

12.- Un método según la reivindicación 11, en que el recipiente es un depósito de fusión continua de vidrio.

13.- Un método según la reivindicación 11, en que la corriente de gas que incide hace contacto con la superficie del vidrio fundido con un ángulo comprendido entre +90 y -90 grados.

14.- Un método según la reivindicación 11, en que el gas es aire.

15.- Un método según la reivindicación 11, en que la temperatura del gas está comprendida entre 24°C y 1.927°C.

16.- Un método según la reivindicación 11, en que el cambio en el flujo superficial es una inversión de la dirección natural de flujo convectivo superficial del



vidrio fundido en el recipiente.

5 17.- Un método según la reivindicación 11, en que el cambio en el flujo superficial es un flujo acelerado en la misma dirección que la dirección natural del flujo convectivo superficial del vidrio fundido en el recipiente.

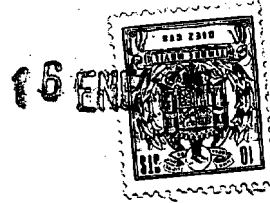
10 18.- Un método de proporcionar resistencia al flujo convectivo natural de un líquido tal como vidrio fundido en un recipiente, que comprende hacer incidir al menos una corriente de gas contra la superficie del vidrio fundido con un ángulo distinto al de la perpendicular a ella, y en una dirección opuesta a la dirección natural de flujo convectivo superficial del vidrio fundido en el recipiente, con fuerza suficiente para crear una interrupción visible en la superficie del vidrio fundido en la zona inmediata a la de incidencia del gas, y un cambio sustancial en el flujo superficial localizado.

15 19.- Un método según la reivindicación 18, en que el recipiente es un depósito de fusión continua de vidrio.

20 20.- Un método según la reivindicación 18, en que la corriente de gas que incide hace contacto con la superficie del vidrio fundido con un ángulo comprendido entre +90 y 0 grados.

25 21.- Un método según la reivindicación 18, en que hay un flujo subsuperficial en dirección opuesta al flujo superficial y se han provisto medios físicos para aislar el flujo superficial del flujo subsuperficial.

30 22.- Un método según la reivindicación 18, en que la temperatura del gas está comprendida entre 240°C y



1.927°C.

23.- Un método de homogeneizar un líquido tal como vidrio fundido en un recipiente, que comprende hacer incidir al menos una corriente de gas contra la superficie del vidrio fundido con un ángulo comprendido, e. inclu-
5 yéndolo, entre el de la perpendicular a ella y -30° en la dirección natural de flujo convectivo superficial del vidrio fundido en el recipiente, con fuerza suficiente para crear una interrupción visible en la superficie del vidrio fundido y con fuerza suficiente para crear una forma
10 de flujo de circulación en profundidad alrededor de un eje transversal al flujo superficial principal en la masa de vidrio fundido, en la zona inmediata a la de incidencia del gas.

24.- Un método según la reivindicación 23, en que el recipiente es un depósito de fusión continua de vidrio.

25.- Un método según la reivindicación 23, en que la corriente de gas que incide hace contacto con la superficie del vidrio fundido con un ángulo comprendido
20 entre $+90$ y 0 grados.

26.- Un método según la reivindicación 23, en que el gas es aire.

27.- Un método según la reivindicación 23, en que la temperatura del gas está comprendida entre 24°C y
25 1.927°C .

28.- Un método de homogeneizar un líquido tal como vidrio fundido a medida que éste fluye a través de un canal, que comprende hacer incidir al menos una corriente de gas contra la superficie del vidrio fundido
30



que fluye, con un ángulo distinto al de la perpendicular a ella, y en una dirección opuesta a la dirección natural de flujo del vidrio fundido a través del canal, con fuerza suficiente para crear una interrupción visible en la superficie del vidrio fundido en la zona inmediata a la de incidencia del gas.

29.- Un método según la reivindicación 28, en que la corriente de gas que incide hace contacto con la superficie del vidrio fundido con un ángulo comprendido entre +90 y 0 grados.

30.- Un método según la reivindicación 28, en que el gas es aire.

31.- Un método según la reivindicación 28, en que la temperatura del gas está comprendida entre 24°C y 1.927°C.

32.- Un método que comprende establecer y mantener una masa fundida de vidrio en un recipiente alargado, alimentar carga a la superficie de dicha masa por un extremo de dicho recipiente, caldear la carga y la masa con una fuente de calor radiante sobre la superficie en dicho extremo y hacer incidir gas contra la superficie de dicho vidrio hacia dicho extremo con fuerza suficiente para impulsar a la espuma resultante hacia dicho extremo más allá de la posición que ocuparía en ausencia de tal incidencia, aumentando así el área de vidrio fundido bajo la influencia de la radiación directa.

33.- Un método según la reivindicación 1, en el cual se hacen incidir corrientes de gas en una disposición simétrica con respecto a las paredes laterales opuestas del recipiente.



34.- Un método según la reivindicación 1, en el cual se hacen incidir corrientes de gas en una disposición simétrica con respecto a las paredes laterales opuestas del recipiente, a partir de un punto central entre ellas hasta una posición a poca distancia de cada pared.

35.- Un método según la reivindicación 1, en que la fuerza y la dirección del gas que incide son suficientes para producir una depresión de más de 25,4 milímetros por debajo del nivel normal de la superficie del líquido viscoso.

36.- Un método de homogeneizar un líquido viscoso, para su utilización en el acondicionamiento de vidrio en un depósito continuo profundo con una región de fusión ancha y una región ancha separadas por una región de cuello relativamente más estrecha con flujo hacia adelante en la superficie y flujo de retorno por debajo, caracterizado por la mejora que comprende hacer incidir una pluralidad de corrientes de gas contra la superficie del vidrio en la región de cuello en una disposición simétrica con respecto al eje longitudinal de la región de cuello hacia cada límite lateral, pero a poca distancia del mismo, y controlar el flujo en tal disposición desde un máximo en la región axial hasta un mínimo en las extremidades exteriores.

37.- Un método según la reivindicación 36, en que los flujos hacia adelante y de retorno en la región de cuello están aislados mediante una barrera física que se extiende por debajo de dicha corriente de gas.

38.- Un método de homogeneizar un líquido viscoso.



Tal y como se ha descrito en la Memoria que an
tecede, representado en los cuatro dibujos que se acompa-
ñan y para los fines que se han especificado.

5 Esta Memoria consta de cincuenta y cuatro ho-
jas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid,

16 ENE 1967

P. A. Alberto del Eizaburu
Por Endos

FIG. 3

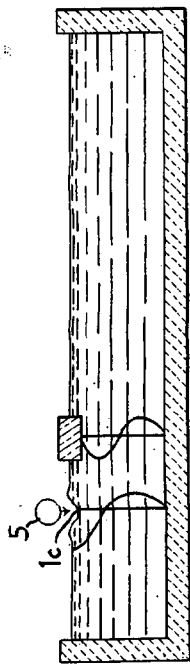


FIG. 3 A

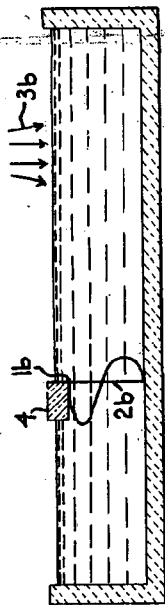
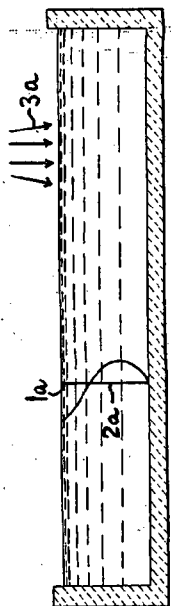
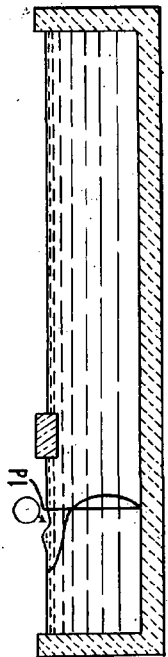


FIG. 1

FIG. 2

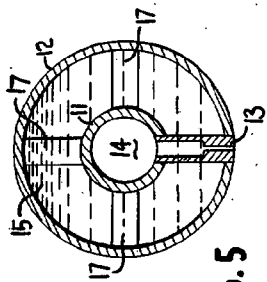


FIG. 5

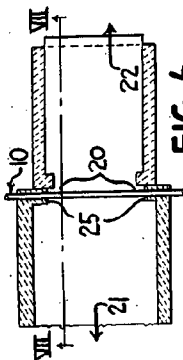


FIG. 6

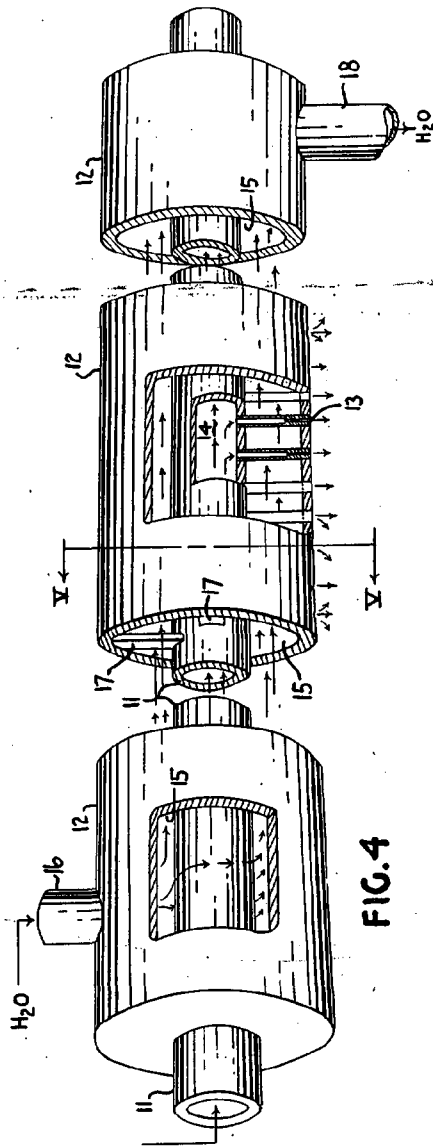


FIG. 4



FIG. 7

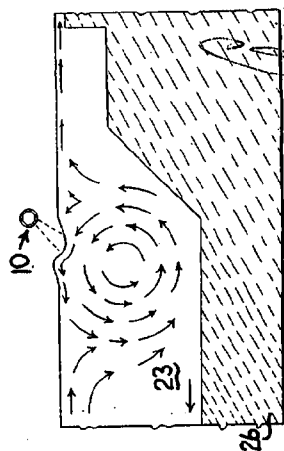


FIG. 8

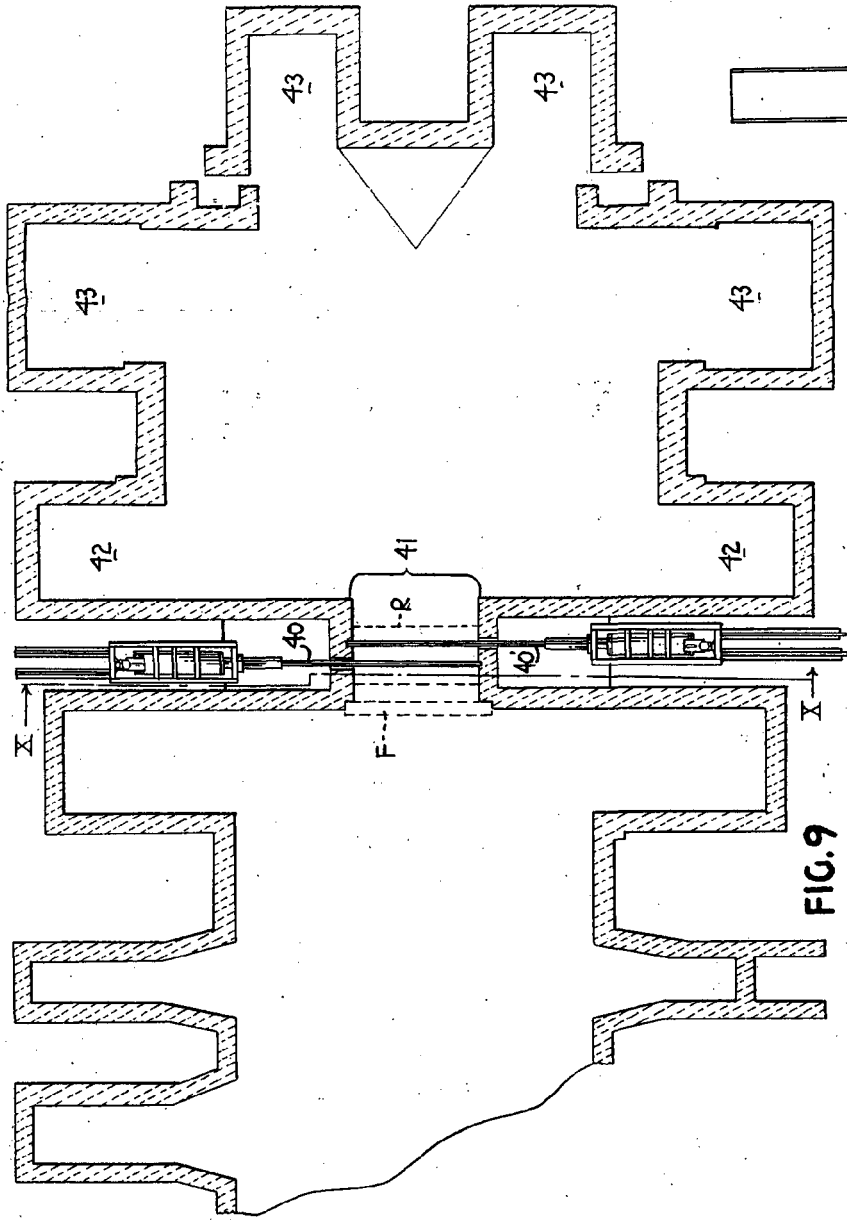


FIG. 9

FIG. 13

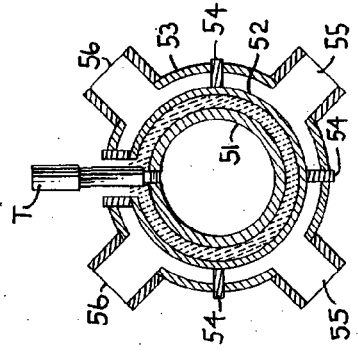


FIG. 10

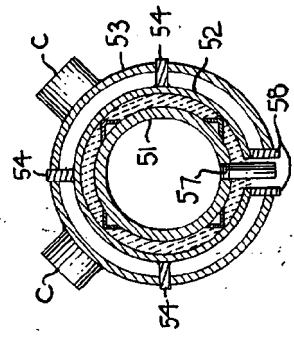
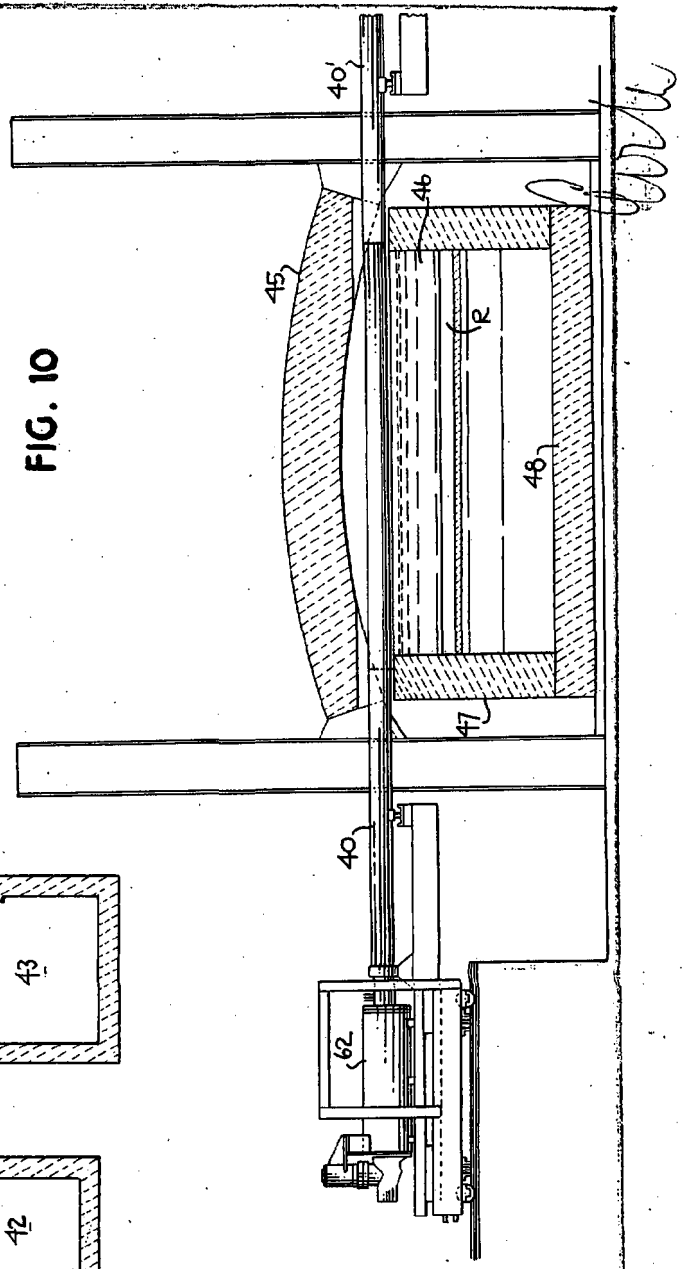


FIG. 12

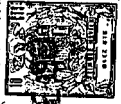


FIG. 11

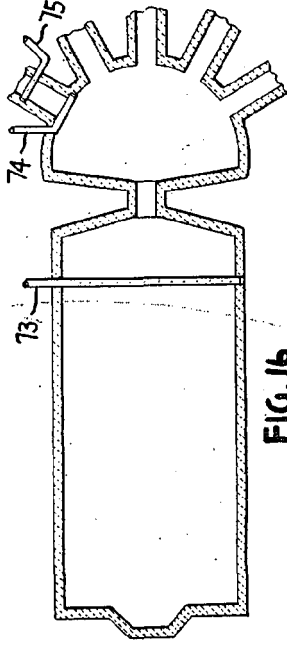
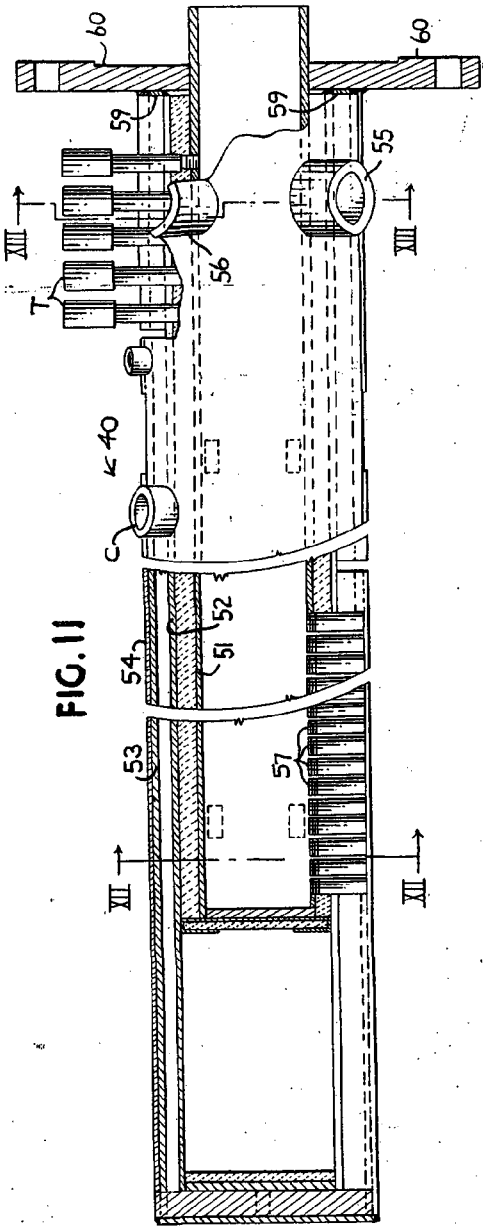


FIG. 16

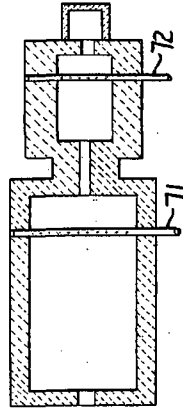


FIG. 15

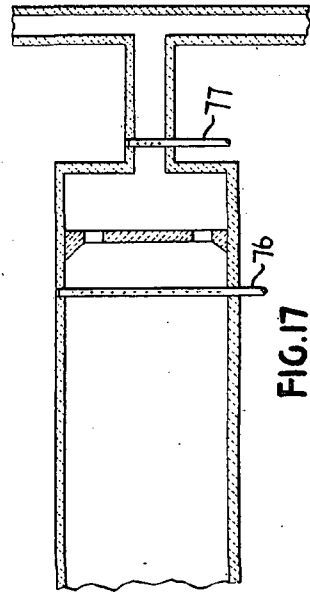


FIG. 17

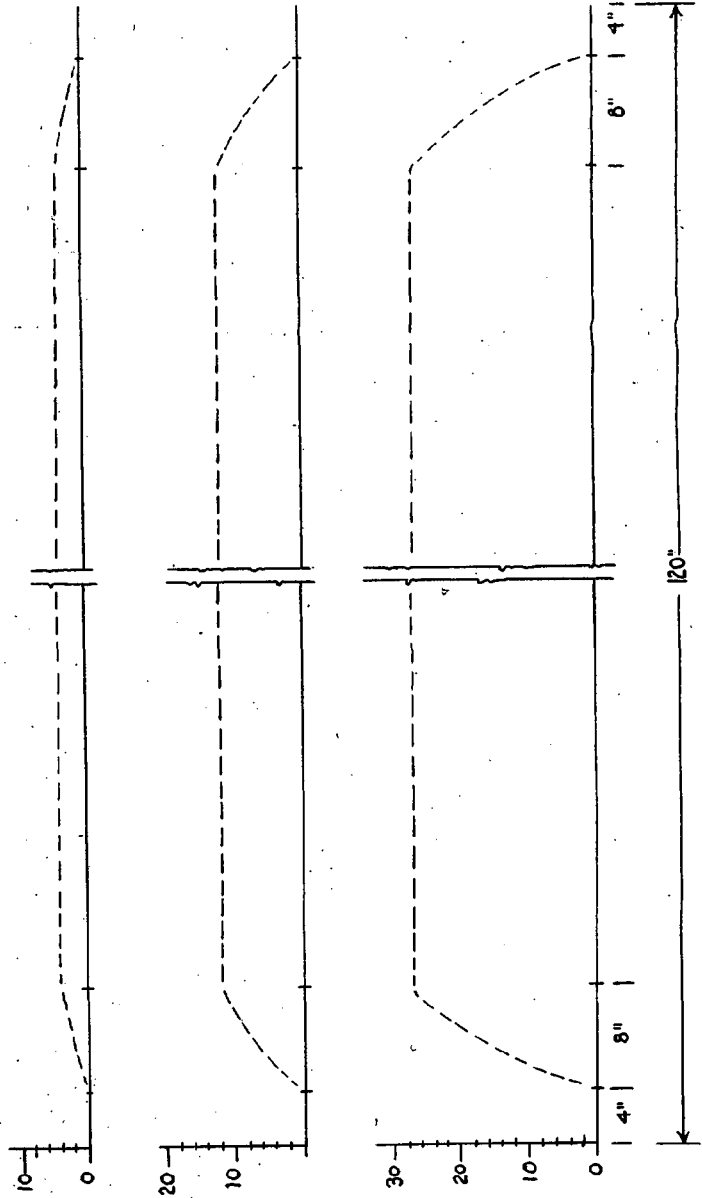


FIG. 14

Arb

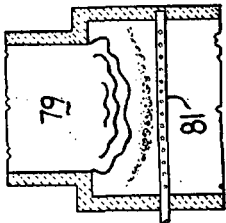


FIG. 18

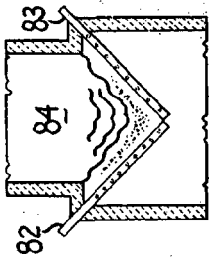


FIG. 19

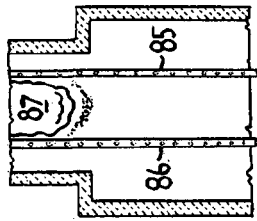


FIG. 20

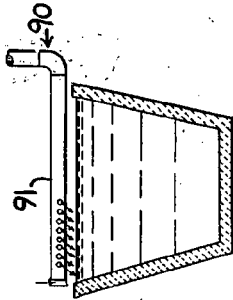


FIG. 21

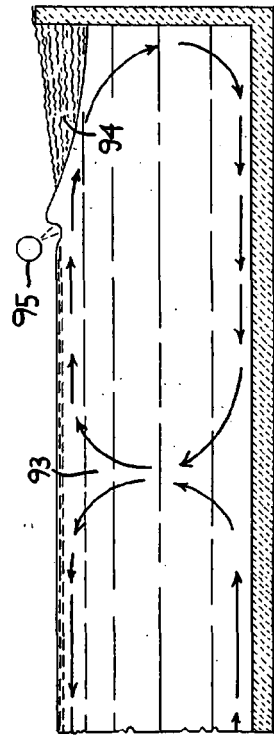


FIG. 22

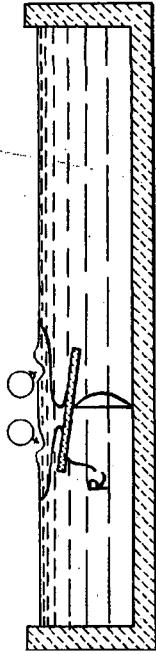


FIG. 23

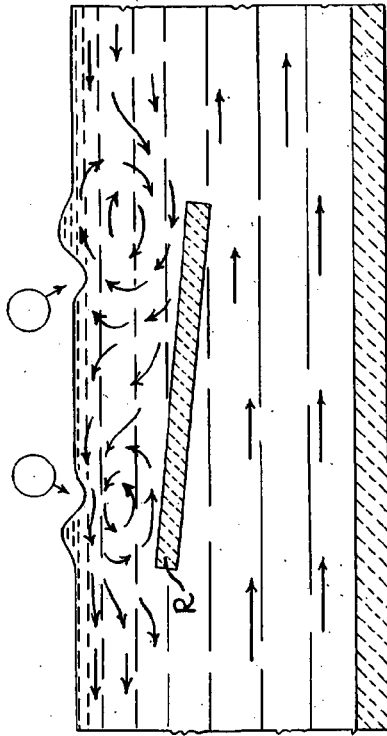


FIG. 24

Allen