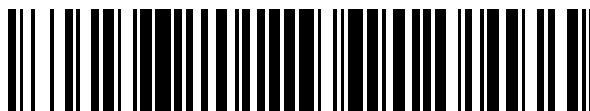


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 553 981**

51 Int. Cl.:

B01F 13/00 (2006.01)

B01F 3/04 (2006.01)

C02F 3/12 (2006.01)

C02F 3/16 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.05.2012 E 12728717 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.09.2015 EP 2714256**

54 Título: **Equipo para la inyección de un gas en un recipiente de depuración**

30 Prioridad:

25.05.2011 FR 1154543

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

15.12.2015

73 Titular/es:

**L'AIR LIQUIDE SOCIÉTÉ ANONYME POUR
L'ETUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS
GEORGES CLAUDE (50.0%)
75 quai d'Orsay
75007 Paris, FR y
MILTON ROY MIXING (50.0%)**

72 Inventor/es:

**BEAUDOUIN, GUILLAUME;
BRIEND, ROBERT;
BUTZ, ULRICH;
CAMPO, PHILIPPE;
SAVREUX, FRÉDÉRIC;
MARET, DAVID y
COGNART, PATRICE**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 553 981 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Equipo para la inyección de un gas en un recipiente de depuración

La presente invención concierne al ámbito de los equipos que permiten la inyección de un gas en efluentes líquidos o también en aguas residuales. Ésta se refiere especialmente a los procedimientos de aireación de recipientes biológicos de lodos activados por la inyección de un gas rico en oxígeno o también de mezclas que comprenden CO₂.

Uno de los objetivos de la presente invención es proponer un nuevo aparato, flotante, que permita optimizar el consumo energético del dispositivo, al tiempo que se eliminan las limitaciones de los equipos actuales.

Se recordará que los tratamientos biológicos aerobios de efluentes consisten generalmente en poner en contacto estos efluentes con una biomasa (microorganismos) que degrada la contaminación contenida en los mismos al transformar las moléculas orgánicas. Se conoce así inyectar un gas, generalmente oxígeno, en los efluentes contenidos en un recipiente, con el fin de alimentar la biomasa. Con este objetivo, están propuestos en el mercado numerosos dispositivos de inyección de gas en los efluentes. La mayoría de estos sistemas son sumergidos, o flotantes.

Generalmente estos aseguran igualmente la agitación de los efluentes, permitiendo la inyección del gas oxigenado combinado con la agitación una mejor disolución del gas oxigenado en el efluente. Esta disolución es medida por la capacidad de transferencia del dispositivo. En la mayoría de estos dispositivos de agitación y de inyección del gas en el líquido, una parte de la transferencia del gas hacia el líquido se realiza por un medio de mezcla gas/líquido, tal como un venturi o una turbina, que formen una emulsión del gas en el líquido y el resto de la transferencia se obtiene durante la dispersión de la emulsión en el líquido.

Se ha observado que la mayoría de estos dispositivos de agitación y de inyección presentaban un límite de capacidad de inyección: pasado un cierto caudal de inyección del gas, el dispositivo se obstruye porque, a nivel del medio de inyección del gas en el líquido, el volumen de gas llega a hacerse demasiado importante con respecto al volumen de líquido. Mientras que sería posible transferir y disolver más gas en el líquido contenido en el recipiente de tratamiento, el dispositivo no puede aportar toda la cantidad de gas necesaria.

Los sistemas flotantes que permiten la aireación por inyección de un gas rico en oxígeno utilizan tecnologías bastante complejas que implican limitaciones de fabricación y de utilización caras y por consiguiente limitan sus utilizaciones.

A título ilustrativo, se puede citar el documento EP-995 485 A1, que describe un equipo flotante que permite una transferencia de un gas rico en oxígeno hacia un recipiente con una eficacia de transferencia muy elevada. Pero para ello, éste utiliza una tecnología compleja que recurre a una turbina que permite crear una emulsión gas/líquido, completada por sistemas que permiten dirigir esta emulsión hacia una hélice concebida para dispersar esta emulsión en el recipiente.

La asociación de tales elementos, turbina, sistemas que permiten dirigir la emulsión gas/líquido, y la hélice de dispersión, tiene principalmente como consecuencias los aspectos siguientes:

- Un consumo energético importante, consumiendo la turbina aproximadamente el 40% de la energía total consumida por el aparato;

- Un peso del equipo elevado, que implica un coste de material importante, y limitaciones sobre la elección de los flotadores.

- Limitaciones de fabricación y de ensamblaje que tienen como consecuencia un coste elevado del aparato durante su fabricación y su mantenimiento.

- Un límite de caudal gaseoso que puede ser inyectado por el equipo, se ha dicho anteriormente, debido en particular a la utilización de una turbina y de sistemas que permiten dirigir la emulsión gas/líquido generada por la turbina.

Uno de los objetivos de la presente invención es entonces proponer un equipo flotante que permita la inyección de un gas rico en oxígeno y que tenga una eficacia de transferencia del gas equivalente a los dispositivos anteriores, limitando o eliminando los inconvenientes técnicos de estos dispositivos anteriores.

Para lograr este objetivo, se propone aquí suprimir la turbina, supresión que está destinada a lograr los objetivos siguientes:

- una reducción de aproximadamente el 30% de la energía consumida;

- la eliminación de los principales elementos de guiado de los flujos generados por la turbina;

- el traslado del límite de obstrucción del aparato más del 50%;

- una reducción de aproximadamente el 25% del peso del equipo;

- una simplificación importante de la fabricación, de los ensamblajes y del mantenimiento;
- una reducción de los costes de fabricación y de entretenimiento;
- el aumento del campo de acción del equipo a potencia consumida equivalente.

5 No obstante, la supresión de la turbina podría parecer negativa al especialista en la materia puesto que esta supresión tiene como consecuencia eliminar funciones deseadas tales como la generación de burbujas finas (de tamaño comprendido típicamente entre 0,8 mm. y 2,5 mm.) o también la tasa de transferencia de una parte del gas.

Como se verá más en detalle en lo que sigue, el nuevo equipo propuesto de acuerdo con la invención ha sido concebido para reemplazar o compensar estas funciones elementales, y para esto asocia los elementos siguientes:

- 10 - un dispositivo de accionamiento, destinado a estar dispuesto por encima del líquido, provisto de un árbol de salida vertical, equipado en su extremidad con una hélice, hélice sumergida en el líquido, estando caracterizada la hélice preferentemente como se verá por una tasa de recubrimiento elevada;
- un dispositivo que puede calificarse de reactor de « premezcla », que comprende un dispositivo de inyección (por ejemplo un toro de inyección), situado por encima o por debajo de un móvil de palas inclinadas;
- la hélice está situada en la extremidad del árbol, debajo del reactor de premezcla.

15 Se entiende por « tasa de recubrimiento » de la hélice la relación entre la superficie cubierta por las palas y la superficie del círculo en el cual está inscrita la hélice.

20 Como se ha visto anteriormente, el equipo comprende un dispositivo de inyección, que preferentemente es un toro provisto de un número de orificios previsto para una difusión regular del gas situado en un círculo inscrito en el diámetro de la hélice. En efecto, los estudios realizados por las Solicitantes han demostrado las características ventajosas del toro de inyección, para conseguir una difusión homogénea del gas, pero también para reducir los eventuales fenómenos de obstrucción, favorecer una instalación fácil y un mantenimiento reducido. Los orificios del toro están dirigidos preferentemente hacia abajo para evitar un eventual atasco.

25 Si bien el toro es preferido de acuerdo con la invención, es posible igualmente, sin salirse del marco de la invención, utilizar otros dispositivos de inyección tales como elementos porosos de formas diferentes (placas, bujías o también placas microperforadas...).

30 La realización de las funciones elementales del reactor es obtenida por la asociación de un difusor y de un móvil de palas inclinadas, situados adecuadamente con respecto a los otros elementos del equipo y especialmente la hélice de dispersión. La hidráulica generada por esta asociación y este posicionamiento conducen a un flujo optimizado en el reactor. El par « difusor y móvil de palas inclinadas » asegura la función de reactor de premezcla indispensable para la realización de las características deseadas, la elección, la asociación y el posicionamiento de los diferentes elementos que constituyen el equipo global aseguran, por una parte, la realización de la premezcla y, por otra, su dispersión en el recipiente, permitiendo obtener una transferencia óptima en el recipiente.

35 La disposición propuesta por la invención permite que la premezcla resultante del premezclador sea difundida en una zona en la que el campo de velocidad del líquido es óptimo desde el punto de vista de su intensidad y de su dirección, a fin de propulsar las burbujas lo más lejos posible y evitar el fenómeno de coalescencia.

El especialista en la materia podría igualmente extrañarse de la presencia en el equipo objeto de la presente invención de un móvil con palas inclinadas.

En general, un móvil de palas inclinadas no es utilizado en la dispersión de gas en líquidos.

40 Y sin embargo, en el caso de la invención, esta utilización es posible y favorable debido a la utilización de una hélice con una tasa de recubrimiento importante y de posicionamiento de este móvil en el seno de los diferentes componentes.

Así, ha podido demostrarse que el móvil de palas inclinadas genera:

- Un flujo axial y radial que favorece la homogeneidad de la mezcla reactiva.
- Burbujas de gas de tamaño pequeño (debido a un elevado coeficiente de cizalladura del móvil).
- Pequeñas perturbaciones del flujo hidráulico del equipo, flujo principalmente realizado por la hélice.

45 El móvil de palas inclinadas se caracteriza igualmente por un consumo energético reducido con respecto a los móviles utilizados clásicamente para esta función.

En resumen, en este ámbito técnico se encontraban únicamente móviles de palas rectas, que solamente realizan un flujo puramente radial, creando así una resistencia más importante, de donde un consumo energético más elevado.

La presente invención concierne entonces a un equipo flotante, de inyección de un gas en efluentes líquidos o en aguas residuales, y de modo más particular de un gas rico en oxígeno en un recipiente desde la superficie que comprende los elementos siguientes:

- 5 - un dispositivo de arrastre, destinado a estar dispuesto por encima del líquido, provisto de un árbol de salida vertical, equipado en su extremidad con una hélice, hélice sumergida en el líquido.
- un dispositivo de premezcla, que comprende un dispositivo de inyección (por ejemplo un toro de inyección), situado por encima o por debajo de un móvil de palas inclinadas, estando situada la hélice en la extremidad del árbol, debajo del reactor de premezcla.

La invención, por otra parte, podrá adoptar una o varias de las características siguientes:

- 10 - la hélice tiene un número de caudal de bombeo propio N_{Qp} que está comprendido entre 0,3 y 1, donde:
 $Q_p = N_{Qp} \times N \times D^3$; donde Q_p es el caudal de bombeo de la hélice, N la velocidad de rotación de la hélice, y D el diámetro de la hélice.
- el dispositivo de inyección es un toro, provisto de orificios de inyección, y situado en un círculo inscrito en el diámetro de la hélice, estando situado el toro a una distancia comprendida entre 0,01 veces y 1,5 veces el diámetro de la hélice por encima de la hélice, de manera ventajosa entre 0,03 veces y 0,3 veces el diámetro de la hélice, por encima de la hélice.
- 15 - el dispositivo de inyección es un toro, provisto de orificios de inyección, teniendo el toro un diámetro comprendido entre el 20% y el 200% del diámetro de la hélice, de manera ventajosa del 30% al 120% del diámetro de la hélice.
- el dispositivo de inyección es un toro, provisto de orificios de inyección, estando el espacio interno del toro compartimentado en al menos dos zonas aisladas una de la otra, aptas para ser alimentadas con gases diferentes.
- 20 A título ilustrativo se puede alimentar una de las zonas del toro con oxígeno y la otra u otra de las zonas con una mezcla O_2/O_3 . Tal posibilidad de gases diferentes ($O_2 / O_2 + O_3$, $O_2 / Aire$, O_2 o aire / CO_2 etc...) o de alimentación con la ayuda de gases de calidad diferente es particularmente ventajosa para ciertas aplicaciones. Así, a título ilustrativo se puede considerar la inyección de aire y de oxígeno de modo simultáneo o alternativo eliminando cualquier riesgo de seguridad por la utilización de redes totalmente separadas (sin riesgo de contaminación de la línea oxígeno por el aire de mala calidad, sin riesgo de retorno de oxígeno hacia los compresores de aire etc...).
- 25 Se puede considerar igualmente utilizar el mismo equipo para la inyección de CO_2 en el marco de una regulación de pH y al mismo tiempo o de modo alternativo inyectar un gas que comprenda oxígeno para realizar una aireación.
- En el marco de gas con diferentes caudales / presiones se eliminan los problemas de regulación de presión y de caudal uno con respecto al otro:
- 30 - en variante, el dispositivo de inyección está constituido por dos semitoros, siendo cada semitoro apto para ser alimentado con gases diferentes como ya se describió anteriormente.
- el dispositivo de inyección está constituido por un ensamblaje de elementos porosos de tipo bujías porosas, o placas porosas, o todavía placas perforadas, preferentemente en número de 3 y situados en un volumen descrito por un cilindro vertical centrado sobre el eje vertical de la hélice, cilindro vertical de diámetro exterior preferentemente igual al menos a 3 veces el diámetro de la hélice y de altura preferentemente igual al menos a tres veces el diámetro de la hélice.
- 35 - la distancia entre la cara inferior del flotador y el borde de ataque superior de la hélice está comprendida entre 0,5 veces y 1,5 veces el diámetro de la hélice, de manera preferida entre 0,8 veces y 1 vez el diámetro de la hélice.
- 40 La distancia entre el toro de inyección y el móvil de palas inclinadas está comprendida entre el 1% y el 20% del diámetro del móvil, por ejemplo próxima al 2,5% del diámetro móvil.
- el móvil de palas inclinadas comprende de 2 palas a 12 palas, preferentemente de 4 palas a 8 palas, y preferentemente un número par de veces el número de palas de la hélice situada en la extremidad del árbol.
- el móvil de palas inclinadas está situado por debajo del inyector, a una distancia comprendida entre 5 mm y 100 mm.
- 45 - el gas inyectado es un gas cuyo contenido de oxígeno esté comprendido entre el 25% y el 100%, o un gas ozonizado, o un gas que comprenda dióxido de carbono cuyo contenido en CO_2 esté comprendido entre el 5% y el 100%, o un gas que comprenda del 80% al 100% de nitrógeno.

Otras características y ventajas de la invención se pondrán de manifiesto en la descripción que sigue de ejemplos de realización, dada a título de ejemplo no limitativo, en relación con los dibujos anejos, en los cuales:

- la figura 1 es una vista esquemática parcial en corte que ilustra un ejemplo de realización del equipo de la invención que utiliza un medio de inyección de tipo tórico;

- la figura 2 ilustra un modo de realización de un móvil de palas inclinadas de acuerdo con la invención, que comprende 6 palas;

5 - la figura 3 es una vista de detalle de uno de los modos de realización de la invención que comprende placas antivibraciones.

En la figura 1 se reconoce la presencia, en el equipo flotante, de inyección de un gas en un recipiente 1 de efluentes líquidos o de aguas residuales, de acuerdo con la invención:

10 - de un dispositivo de arrastre, destinado a ser dispuesto por encima del líquido 1, provisto de un árbol 8 de salida vertical, equipado en su extremidad con una hélice 6, hélice sumergida en el líquido:

- el equipo es flotante gracias a la presencia de uno o varios flotadores 3;

15 - un dispositivo de premezcla 5, que comprende un dispositivo de inyección tórico 7 (alimentado por la llegada de gas 2), situado por encima de un móvil 9 de palas inclinadas, estando situada la hélice en la extremidad del árbol, debajo de reactor de premezcla. El modo de realización representado aquí ilustra el caso de un toro 7 cuyo espacio interno es conocido, no compartimentado, y alimentado de gas a través de una llegada única 2, pero el especialista en la materia comprende que en el caso de un toro compartimentado, cuyo espacio interno esté compartimentado en al menos dos zonas aisladas una de la otra, y aptas para ser alimentadas con gases diferentes, se preverán dos o varias llegadas de gas 2 al toro.

20 - en el modo de realización representado, el número de palas de la hélice es de 3, y el número de palas del móvil es de 6;

- un sistema 4 de contrapalas (en este caso en el modo de realización representado, el dispositivo comprende 3 contrapalas), permitiendo, por una parte, la delimitación de la zona de premezcla pero igualmente evitar la formación de vórtices y el arrastre en rotación del equipo (el equipo giraría entonces como una peonza). Este sistema de contrapalas permite además orientar el flujo axial.

25 La figura 1 es solamente una representación esquemática parcial del equipo del que no se han representado todos los detalles secundarios u opcionales, por razones de legibilidad de los elementos esenciales que aporta la invención y así especialmente no se ha representado el conjunto del bastidor metálico del que tradicionalmente son solidarios los elementos constitutivos de tales equipos de inyección, y por ejemplo en este caso los flotadores, el toro o todavía las contrapalas. Y se distinguen así en la figura 1 dos barras de refuerzo 10 que unen dos contrapalas 4, formando las
30 barras parte de tal bastidor.

La figura 3 ilustra, por otra parte, en una vista de detalle, uno de los modos ventajosos de puesta en práctica de la invención, que en ciertas configuraciones puede revelarse muy interesante, y especialmente limitar las vibraciones del dispositivo. En este modo ventajoso, el dispositivo comprende placas 11 de forma paralelepípedica o trapezoidal, en este caso en número de tres (una placa por contrapala), placas fijadas en una de sus extremidades al bastidor 10, por
35 ejemplo a una de las contrapalas 4 (formando parte éstas mismas de un bastidor de este tipo), placas dirigidas hacia el eje de arrastre de la hélice y, por otra, situadas debajo del nivel de flotación.

Sin estar en modo alguno vinculadas por las explicaciones técnicas siguientes, las Solicitantes son llevadas a pensar que tal configuración canaliza parcialmente el flujo líquido aspirado por la hélice y puede contribuir a disminuir las eventuales vibraciones del sistema.

40 Un equipo tal como el descrito en el marco de las figuras 1 y 2 ha sido utilizado para la inyección de oxígeno en un recipiente biológico que trata efluentes que provienen de una papelería.

Para una necesidad de oxígeno evaluada en 53,3 Kg/h, se ha inyectado en el recipiente un caudal de oxígeno de 45 m³/h. La eficacia de transferencia calculada ha sido evaluada en un valor próximo al 91,3% lo que representa un excelente rendimiento.

45 Se ha mostrado así por tanto que la simplificación del equipo no ha degradado las características obtenidas, al contrario.

REIVINDICACIONES

1. Equipo flotante, de inyección de un gas en efluentes líquidos o en aguas residuales, y de modo más particular de un gas rico en oxígeno en un recipiente desde la superficie, que comprende los elementos siguientes:
 - un dispositivo de arrastre, destinado a estar dispuesto por encima del líquido, provisto de un árbol (8) de salida vertical, equipado en su extremidad con una hélice (6), hélice sumergida en el líquido,
 - un dispositivo de premezcla (5), que comprende un dispositivo de inyección (7), situado por encima o por debajo de un móvil (9) de palas inclinadas, estando situada la hélice en la extremidad del árbol, debajo del reactor de premezcla.
2. Equipo de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que la hélice tiene un número de caudal de bombeo propio N_{Qp} que está comprendido entre 0,3 y 1, donde
 - $Q_p = N_{Qp} \times N \times D^3$; donde Q_p es el caudal de bombeo de la hélice, N la velocidad de rotación de la hélice, y D el diámetro de la hélice.:
3. Equipo de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2, caracterizado por que el dispositivo de inyección es de forma tórica.
4. Equipo de acuerdo con la reivindicación 3, caracterizado por que el dispositivo de inyección es un toro, provisto de orificios de inyección, y situado en un círculo inscrito en el diámetro de la hélice, estando situado el toro a una distancia comprendida entre 0,01 veces y 1,5 veces el diámetro de la hélice por encima de la hélice, preferentemente a una distancia comprendida entre 0,03 veces y 0,3 veces el diámetro de la hélice, por encima de la hélice.
5. Equipo de acuerdo con la reivindicación 3, caracterizado por que el dispositivo de inyección es un toro, provisto de orificios de inyección, teniendo el toro un diámetro comprendido entre el 20% y el 200% del diámetro de la hélice, preferentemente comprendido entre el 30% y el 120% del diámetro de la hélice.
6. Equipo de acuerdo con la reivindicación 3, caracterizado por que el dispositivo de inyección es un toro, provisto de orificios de inyección, estando el espacio interno del toro compartimentado en al menos dos zonas aisladas una de la otra, aptas para ser alimentadas con gases diferentes.
7. Equipo de acuerdo con una de las reivindicaciones 3 a 6, caracterizado por que la distancia entre el toro de inyección y el móvil de palas inclinadas está comprendida entre el 1% y el 20% del diámetro del móvil, preferentemente próximo al 2,5% del diámetro del móvil.
8. Equipo de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que el dispositivo de inyección está constituido por un ensamblaje de elementos porosos de tipo bujías porosas, o placas porosas, o todavía placas perforadas, preferentemente en número de 3 y situados en un volumen descrito por un cilindro vertical centrado sobre el eje vertical de la hélice, cilindro vertical de diámetro exterior preferentemente igual al menos a 3 veces el diámetro de la hélice y de altura preferentemente igual al menos tres veces el diámetro de la hélice.
9. Equipo de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que el equipo es flotante gracias a la presencia de uno o varios flotadores (3); y por que la distancia entre la cara inferior del flotador y el borde de ataque superior de la hélice está comprendido entre 0,5 veces y 1,5 veces el diámetro de la hélice, de manera preferida entre 0,8 veces y 1 vez el diámetro de la hélice.
10. Equipo de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que el móvil de palas inclinadas comprende de 2 palas a 12 palas preferentemente de 4 palas a 8 palas, y preferentemente un número par de veces el número de palas de la hélice situada en la extremidad del árbol.
11. Equipo de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que el móvil de palas inclinadas está situado por debajo del dispositivo de inyección, a una distancia comprendida entre 5 mm y 100 mm de este dispositivo de inyección.
12. Equipo de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que comprende un conjunto de al menos dos placas (11) de forma sensiblemente paralelepípedica o trapezoidal, situadas debajo del bastidor del nivel de flotación, placas fijadas en una de sus extremidades a un bastidor del que son solidarios todos o parte de los elementos constitutivos del equipo de inyección y especialmente el dispositivo de inyección (7) así como elementos de flotación que permiten al equipo ser flotante, estando dirigidas las placas hacia el eje de arrastre de la hélice.

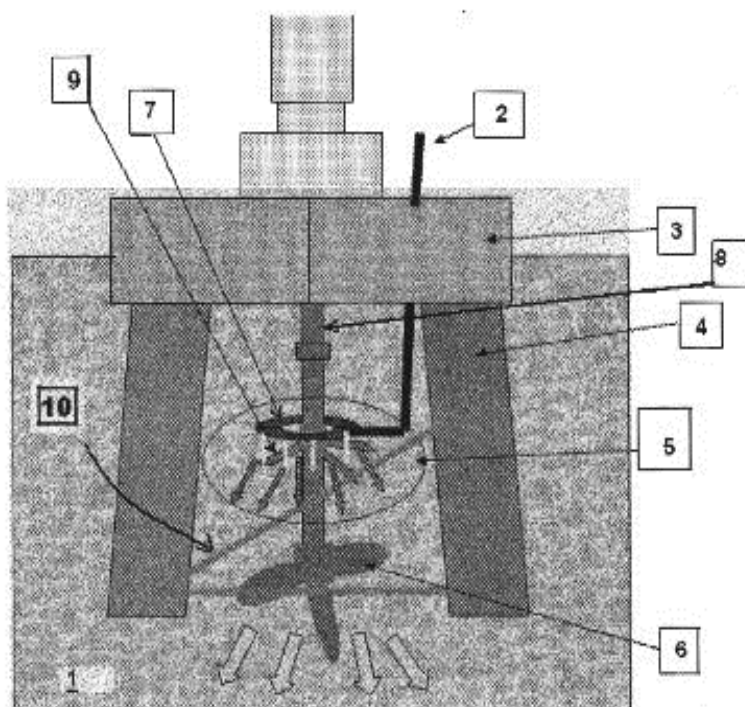


Figura 1

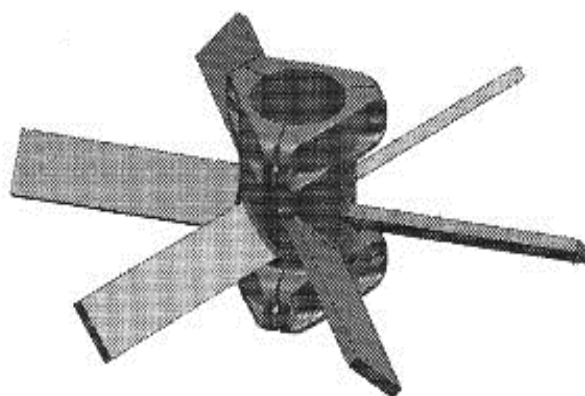


Figura 2

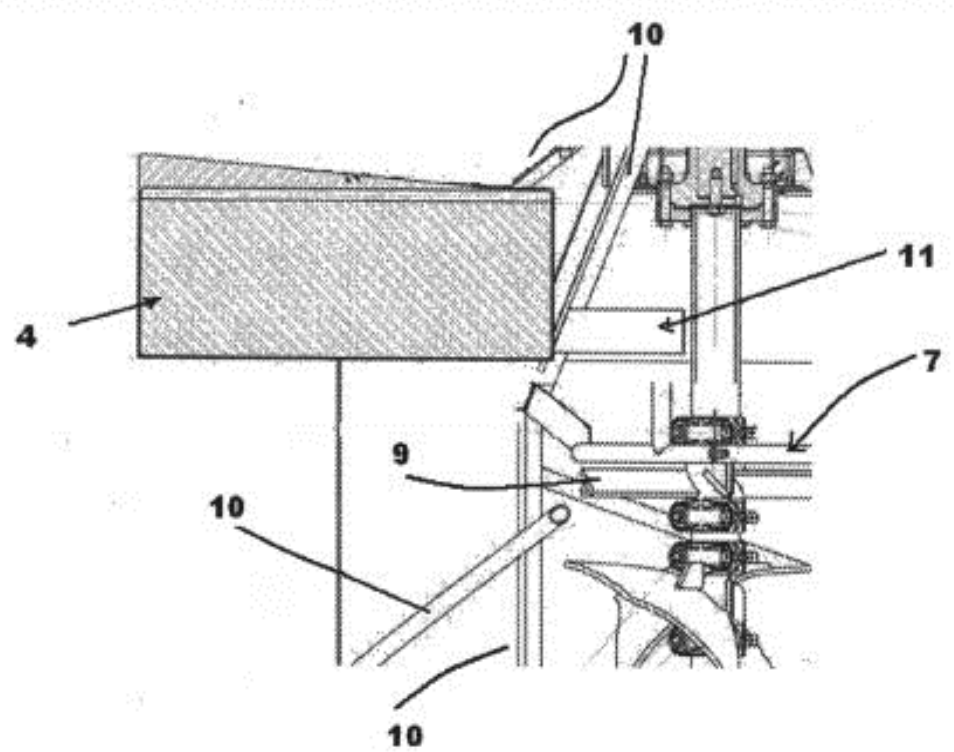


Figura 3