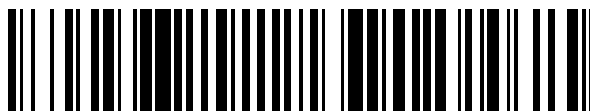


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 401 711**

51 Int. Cl.:

B01D 53/50 (2006.01)

B01D 53/68 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.12.2010 E 10195391 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.02.2013 EP 2371444**

54 Título: **Procedimiento e instalación de depuración de humos que contienen contaminantes ácidos**

30 Prioridad:

22.03.2010 FR 1052035

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

23.04.2013

73 Titular/es:

**LAB SA (100.0%)
25 Rue Bossuet
69006 Lyon, FR**

72 Inventor/es:

**SIRET, BERNARD y
TABARIES, FRANCK**

74 Agente/Representante:

PONTI SALES, Adelaida

ES 2 401 711 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

Procedimiento e instalación de depuración de humos que contienen contaminantes ácidos

[0001] La presente invención se refiere a un procedimiento y a una instalación de depuración de humos que contienen contaminantes ácidos.

5 **[0002]** En el sentido de la invención, estos contaminantes ácidos comprenden en especial, pero no exclusivamente, ácido clorhídrico y óxidos de azufre. Estos contaminantes son generados por numerosas actividades industriales, tales como los incineradores, los hornos de cementeras o las refinерías de petróleo. Efectivamente, la combustión de materias fósiles, así como la incineración de residuos, producto de los humos cargados de óxido de azufre, de óxido de azote y de otros contaminantes ácidos. La depuración de estos humos representa por lo tanto una cuestión ambiental importante. Por otro lado, entre los contaminantes emitidos, los óxidos de azufre representan un desafío importante y se emplean varios procesos para eliminarlos antes de la emisión de los humos a la atmósfera.

10 **[0003]** Principalmente, hay tres clases de procedimiento actualmente disponibles. Se conocen así los procesos húmedos, en los cuales los humos se ponen en contacto con un líquido que contienen un reactivo de neutralización. También se conocen los procesos semi-secos, en los cuales se atomiza un lodo que contiene un reactivo de neutralización que va a ser evaporado luego recolectado con sub-productos de reacción y los residuos en un recolector. Finalmente, se dispone de los procesos secos, en los cuales los humos a depurar se ponen en contacto con un reactivo pulverulento con vistas a recolectar, de manera similar a lo que se hace para los procesos semi-secos, los productos provenientes de la reacción y los residuos en un recolector, por ejemplo un filtro de mangas.

15 **[0004]** Existen otros procesos de depuración, de naturaleza catalítica o basados en disolventes, de menor importancia industrial. En todos los casos, cada tipo de procedimiento presenta sus ventajas y sus inconvenientes: los procesos secos, en particular, se emplean a menudo en instalaciones de pequeños y medianos tamaños puesto que ofrecen un excelente compromiso rendimiento/ coste de inversión y de explotación.

20 **[0005]** Si nos interesamos más en detalle en los procesos secos, está previsto, en su forma de base, que un reactivo de neutralización, tal como cal, se inyecte en la vena gaseosa de los humos a depurar, para que este reactivo reaccione con los contaminantes ácidos presentes. Los humos depurados, así que el exceso de reactivo son captados aguas abajo. Sin embargo, para tener prestaciones atractivas, hay que operar en un intervalo de temperaturas limitado e, incluso en estas condiciones de temperatura, la obtención de un rendimiento elevado de depuración, en especial de desulfuración, requiere un exceso importante de reactivos. Para mejorar esta situación, se preconiza a menudo acondicionar los humos rebajando la temperatura por diversos medios, como la inyección de agua líquida y su evaporación en torres de acondicionamiento o bien directamente en la funda de circulación de los humos. La primera opción conduce a unas torres de atomización de dimensiones elevadas, y por lo tanto costosas, mientras que la segunda crea riesgos de deposición y de ensuciamiento en la funda donde se inyecta el agua, lo cual crea problemas de mantenimiento y de explotación.

25 **[0006]** Se puede por otro lado rebajar la temperatura de los humos a depurar por inyección de aire frío, haciendo así el procedimiento más eficaz. Sin embargo, esta solución es muy poco atractiva puesto que se trata de realizar una refrigeración además de 5 a 10°C debido al aumento del volumen de los humos y las dificultades para mezclar bien los humos y el aire frío. Esto rebaja además la humedad de los humos, lo cual es desfavorable.

30 **[0007]** Otra posibilidad es realizar una recirculación de los residuos tras la reactivación por humidificación: US 6 213 629 proporciona un ejemplo de ello. Para hacerlo, se pulveriza agua sobre los residuos recirculados. Sin embargo, para enfriamientos de más de 20°C, las cantidades a recircular son considerables. Además, la cantidad de agua a inyectar debe ser perfectamente controlada frente al caudal de los residuos sólidos recirculados: a pesar de esta precaución, los riesgos de colmatado son reales en el momento de la puesta en contacto de los residuos sólidos, es decir de cenizas, con el agua pulverizada. Finalmente, el carácter ensuciador y manchador de estos sólidos humidificados es elevado.

35 **[0008]** Otra posibilidad es colocar en el circuito de alimentación de humos a depurar un economizador para rebajar la temperatura de estos humos. Sin embargo, este tipo de solución, que no aumenta la humedad de los humos y que no realiza una humidificación de las cenizas, no es favorable a la reacción de neutralización y la captación de los contaminantes ácidos.

40 **[0009]** Finalmente, EP-A-1 716 910 y FR-A-2 911 518 han propuesto realizar un reciclado y una activación de los residuos mediante vapor de agua, lo cual constituye una mejora con respecto a una humidificación por agua líquida. Sin embargo, esta solución no basta para elevar mucho el contenido en humedad en los humos y no contribuye significativamente a su refrigeración.

45 **[0010]** El objetivo de la presente invención es el de proponer un procedimiento y una instalación de depuración mejorados, que concilien, de manera eficiente, la activación de los residuos recirculados, la humidificación de estos residuos y de los humos a depurar, y la refrigeración de los humos a depurar.

50 **[0011]** A tal efecto, la invención tiene por objeto un procedimiento de depuración de humos que contienen contaminantes ácidos, en especial ácido clorhídrico y/u óxidos de azufre, tal como se define en la reivindicación 1.

5 [0012] La idea que está en la base de la invención es, de algún modo, reforzar la integración de los tratamientos empleados para depurar los humos que contienen contaminantes ácidos. Según la invención, antes de enviar los humos a depurar a un separador gas-sólidos, se rebaja la temperatura, recuperando el calor que se hace perder a estos humos, para generar vapor de agua del cual al menos una fracción alimenta la reacción de activación de una fracción de los residuos sólidos provenientes del separador. Los productos de esta reacción de activación, que son por lo tanto húmedos, se reciclan hacia el separador gas-sólidos. Así, la invención realiza una sinergia de funcionamiento real puesto que combina con astucia, a la vez, un descenso de la temperatura de los humos a depurar, sin aumentar por el 10 ello el flujo en volumen de estos humos, una humidificación de estos humos, y una limitación de la cantidad de reactivo de neutralización necesaria gracias a la activación de los residuos reciclados. Ventajosamente, según dos modos de realización posibles según la invención, una fracción de los humos depurados que salen del separador puede o no ser devuelta al separador a través del reactor de activación.

[0013] Otras características adicionales ventajosas del procedimiento conforme a la invención, tomadas aisladamente o según todas las combinaciones técnicamente posibles, se especifican en las reivindicaciones dependientes 2 a 10.

15 [0014] La invención también tiene por objeto una instalación de depuración de los humos, tal como se define en la reivindicación 11.

[0015] Algunas características ventajosas adicionales de esta instalación se especifican en la reivindicación dependiente 12.

20 [0016] La invención será mejor comprendida con la lectura de la descripción siguiente, determinada únicamente a título de ejemplo y hecha haciendo referencia a las figuras 1 y 2 que representa esquemáticamente dos modos de realización de una instalación de depuración conformes a la invención.

25 [0017] En el modo de realización de la figura 1, un dispositivo de depuración de humo 101, de una tecnología ya conocida y que realiza la función de separador gas-sólidos, recibe humos a depurar 1, así como un aporte de reactivo fresco 11. Este reactivo 11, llamado de neutralización, es por ejemplo cal, en particular de gran superficie específica, magnesia, carbonato de sodio y/o también bicarbonato de sodio. El separador 101 es, por ejemplo, un filtro de mangas o un electrofiltro.

30 [0018] Aguas arriba de este separador 101, los humos a depurar 1 circulan a través de un dispositivo de generación de vapor de agua 103: a título de ejemplo, este generador 103 está constituido por un haz de tubos alimentados con agua 2 y colocados en la funda que conduce los humos a depurar 1. El generador 103 está concebido para transferir calor proveniente de los humos a depurar 1, al agua 2 para vaporizar esta última. Así, para humos a depurar 1 que presentan, a la entrada del generador 103, una temperatura comprendida entre 120 y 250°C, preferentemente entre 130 y 180°C, el generador rebaja su temperatura de 5 a 40°C, produciendo a la vez vapor de agua 3 a una presión comprendida entre 1 y 5 bares absolutos. En la práctica, la cantidad de vapor de agua 3 producido por el generador 103 está comprendida entre 0,3 y 5% en masa de la cantidad de los humos a depurar 1, debiendo la cantidad de calor necesaria para esta evaporación hacer bajar la temperatura de los humos de 5 a 40°C. Este descenso de temperatura es el criterio 35 determinante.

40 [0019] A la salida del separador 101, una parte 6 de los humos depurados 5 es dirigida hacia un tratamiento complementario o bien hacia una chimenea de evacuación, no representada. Al mismo tiempo, la parte restante 7 de los humos depurados 5 es dirigida hasta un reactor de activación gas-sólidos 102, de una tecnología ya conocida. Para ello, se utiliza, de manera opcional, un ventilador no representado. Esta fracción de humos depurados 7 representa entre 0,1 y 5% del caudal total de los humos depurados 5, preferentemente entre 0,3 y 1% de este caudal total.

45 [0020] Al mismo tiempo, también a la salida del separador 101, una parte 9 de los residuos sólidos 8, que contienen aún reactivo no utilizado, es introducida en el reactor 102. La parte restante 10 de los residuos sólidos 8 es por otro lado evacuada de la instalación. En la práctica, la fracción de los residuos sólidos 9 admitida en el reactor 102 está comprendida entre 50 y 99%, preferentemente entre 80 y 95%, del caudal total de los residuos sólidos 8 provenientes del separador 101.

[0021] En el reactor 102, los residuos sólidos 9, que contienen reactivo de neutralización, son sometidos a una operación de activación, que emplea re-equilibrados de naturaleza química, termoquímica y/o termodinámica. A título de ejemplo, el reactor 102 es un lecho fluido, un lecho con chorros o un tambor rotativo.

50 [0022] Para reforzar la activación de los residuos sólidos 9 en el reactor 102, al menos una parte 3' del vapor 3 producido por el generador 103 también es admitida en el reactor 102.

[0023] Los residuos sólidos activados 12, provenientes del reactor 102, así como los gases 12' que salen de este reactor 102 son, al menos en parte, devueltos aguas arriba del separador 101, preferentemente aguas arriba del generador 103 tal como se ha representado en la figura 1. Ventajosamente, los residuos 12 y los gases 12' son conducidos conjuntamente por una única y misma funda.

55 [0024] Se destaca que la reducción de temperatura de los humos a depurar 1, obtenida por el generador 103, combinada con el aumento de la humedad de estos humos, provocada por la re-inyección de los gases 12' que salen

del reactor 102, es especialmente beneficiosa para la depuración de los humos por el separador 101. En la práctica, se ajusta ventajosamente uno con respecto al otro el caudal de los humos depurados 7 y el caudal de la fracción 3' del vapor de agua generado 3 de manera que la relación $(7/(7+3'))$ entre, por un lado, el caudal de los humos depurados 7 y, por otro lado, el caudal gaseoso total suministrados al reactor 102, dicho de otro modo la suma de los caudales de los humos depurados 7 y de la fracción de vapor de agua 3', está comprendida entre 0,25 y 0,9, preferentemente entre 0,5 y 0,8.

[0025] Se notará que una de las ventajas de la invención con respecto al estado de la técnica es que la reducción de temperatura de los humos a depurar, obtenida por el generador 103, se hace sin aumento significativo del flujo de estos humos, contrariamente lo que pasaría en caso de dilución por aire. Dicho de otro modo, el aumento del flujo gaseoso neto 4 a la entrada del separador 101, con respecto al flujo de los humos a depurar 1, solamente es la cantidad de gas reciclado 12'.

[0026] A título de variante opcional, indicada a trazos en la figura 1, la parte restante 3" del vapor de agua generado 3, no utilizada por el reactor 102, es reintroducida aguas arriba del separador 101, preferentemente aguas arriba del generador 103, de tal manera que pueda explotar su capacidad para remover los humos a depurar. Efectivamente, la reducción de temperatura de 5 a 40°C a través del generador 103 puede conducir a la generación adicional de vapor de agua mayor del que es necesario para el reactor 102. Obviamente, para otras configuraciones, la fracción de vapor de agua 3' constituye la totalidad del vapor de agua 3 producido por el generador 103.

[0027] La invención según su modo de realización ilustrado por la figura 1 puede ser mejor comprendida con ayuda del ejemplo siguiente: una planta de incineración de basuras genera 100 000 Nm³/h de humos a tratar 1, que contienen entre otros ácido clorhídrico y dióxido de azufre. Los humos están disponibles a 180°C. La evaporación de 1850 kg de agua es necesaria para rebajar la temperatura de los humos a 145°C, punto de funcionamiento escogido para un filtro de mangas que constituye el separador 101. Se desea que la composición de los gases entrantes en el reactor 102 sea de 70% en volumen de humedad. Por otro lado, 700 Nm³/h de los humos depurados 5 se extraen del separador 101 para formar el flujo 7 que va al reactor 102. La situación puede resumirse mediante la siguiente tabla:

25

Referencia del flujo	1	4	6	7	Mezcla 7+9	3	3'
Caudal..... Kg/h	127 000	130 000	129 000	980	1 880	1 850	1 000
Temperatura....°C	180	145	145	145	137	132	132
% H ₂ O....humedad	14	15.9	15.9	15.9	70	100	100

[0028] El flujo de residuos sólidos 9 admitidos en el reactor 102 vale 4 000 kg/h.

[0029] En este ejemplo, se notará que la cantidad de vapor de agua 3 saturada a 132°C, necesaria para la reducción de temperatura deseada, es superior a la cantidad que necesita el reactor de activación 102, a saber 1 000 kg/h. El excedente que forma el flujo 3", es decir 850 kg/h, se devuelve inmediatamente aguas arriba del generador 103.

[0030] Se notará también que la totalidad de las materias recicladas 12 y 12' solamente contribuye a aumentar 2,3% el flujo másico de los humos 4 a la entrada del separador 101 $((130\ 000 - 127\ 000)/130\ 000)$, disminuyendo a la vez 5% su flujo en volumen por reducción de temperatura.

[0031] En el modo de realización de la figura 2, se vuelve a tener exactamente la misma instalación que la de la figura 1, con la única diferencia de que ninguna fracción de los humos depurados 5 es enviada al reactor 102. Esto equivale a decir que el modo de realización de la figura 2 corresponde al modo de realización de la figura 1, en el cual la fracción 7 de los humos depurados 5 es nula, de tal modo que la totalidad de los humos depurados 5 es evacuada de la instalación (como es el caso para la parte 6 de estos humos depurados 5 en la figura 1).

[0032] La ausencia de reciclado de una parte de los humos depurados 5 no es perjudicial para la reacción de activación de los residuos sólidos 9 en el seno del reactor 102, en la medida en que al menos la parte 3' de la vapor 3 suministro un flujo gaseoso suficiente para alimentar el reactor 102.

[0033] La invención según su modo de realización ilustrado por la figura 2 puede comprenderse mejor con ayuda del mismo ejemplo que el presentado más arriba, con la diferencia de que ningún flujo de los humos 5 es reenviado al reactor 102. La situación puede resumirse mediante la siguiente tabla.

ES 2 401 711 T3

Referencia del flujo	1	4	5	3	3'
Caudal..... Kg/h	127 000	129 000	129 000	1 850	1 000
Temperatura....°C	180	145	145	132	132
% H ₂ O....humedad	14	15.9	15.9	100	100

[0034] Así, los diferentes modos de realización de la invención permiten realizar los objetivos anteriormente mencionados. En particular, la invención permite acumular beneficios múltiples, a saber la reducción de temperatura de los humos a depurar, la humidificación de estos humos, la disminución del flujo en volumen en la entrada del separador, y la disminución del consumo del reactivo gracias a la activación de los residuos sólidos reciclados.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de depuración de humos (1) que contienen contaminantes ácidos, en especial ácido clorhídrico y/u óxidos de azufre, **caracterizado por el hecho de que** comprende etapas según las cuales:
- 5 - se hacen circular los humos a depurar (1), a una temperatura comprendida entre 120 y 250°C, preferentemente entre 130 y 180°C, a través de un generador de vapor de agua (103) de tal manera que pueda rebajar la temperatura de estos humos a depurar de 5 a 40°C, produciendo a la vez vapor de agua (3) a una presión comprendida entre 1 y 5 bares absolutos,
- 10 - se suministran los humos a depurar (1) que salen del generador (103) a un separador gas-sólidos (101) al cual se suministra también un reactivo de neutralización (11), en especial cal, magnesia, carbonato de sodio y/o bicarbonato de sodio,
- se admiten en un reactor gas-sólidos (102):
- una fracción (9) de los residuos sólidos (8) provenientes del separador (101),
 - al menos una fracción (3') del vapor de agua (3) producido por el generador (103), y
 - una fracción (7), eventualmente nula, de los humos depurados (5) que salen del separador (101), estando esta fracción comprendida entre 0% y 5% del caudal total de estos humos depurados, y
- 15 - se recicla hacia el separador (101) al menos una parte de los residuos sólidos (12) provenientes del reactor (102) y al menos una parte de los gases (12') que salen de este reactor.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado por el hecho de que** ninguna fracción de los humos depurados (5) que salen del separador (101) es admitida en el reactor gas-sólidos (102).
- 20 3. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado por el hecho de que** la fracción (7) de los humos depurados (5) que salen del separador (101), que es admitida en el reactor gas-sólidos (102), está comprendida entre 0,1 y 5%, preferentemente 0,3 y 1%, del caudal total de estos humos depurados.
4. Procedimiento según la reivindicación 3, **caracterizado por el hecho de que** la relación entre, por un lado, el caudal de los humos depurados (7) que son admitidos en el reactor (102) y, por otro lado, el caudal gaseoso total (3' + 7) que alimentan a este reactor, se ajusta de tal manera que pueda estar comprendida entre 0,25 y 0,9, preferentemente entre 0,5 y 0,8.
- 25 5. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por el hecho de que** la totalidad de los residuos sólidos (12), provenientes del reactor (102), y de los gases (12') que salen de este reactor se recicla hacia el separador (101).
- 30 6. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por el hecho de que** los residuos sólidos (12), provenientes del reactor (102), y los gases (12') que salen de este reactor se reciclan hacia el separador (101), siendo introducidos aguas arriba del generador (103).
7. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por el hecho de que** los residuos sólidos (12), provenientes del reactor (102), y los gases (12') que salen de este reactor se envían hacia el separador (101) conjuntamente en una misma funda.
- 35 8. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por el hecho de que** la totalidad del caudal de vapor de agua (3) producido por el generador (103) es admitida en el reactor (102).
9. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por el hecho de que** la cantidad de vapor de agua (3) producida por el generador (103) está comprendida entre 0,3 y 5% en masa de la cantidad de humos a depurar (1) que circulan a través de este generador.
- 40 10. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por el hecho de que** la fracción de residuos sólidos (9) admitida en el reactor (102) está comprendida entre 50 y 99%, preferentemente entre 80 y 95%, del caudal total de los residuos sólidos (8) provenientes del separador (101).
- 45 11. Instalación de depuración de humos para la realización del procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende:
- un generador de vapor de agua (103) adaptado para producir vapor de agua (3) por transferencia de calor proveniente de los humos a depurar (1) que circulan a través de este generador,
 - un separador gas-sólidos (101), que, a la entrada, está conectado a la salida de los humos a depurar (1) del generador (103) y en el cual desembocan unos medios de alimentación en un reactivo de neutralización (11),

- un reactor gas-sólidos (102) que, a la entrada, está conectado a la vez a la salida de los residuos sólidos (8) del separador (101) y a la salida del vapor de agua (3) del generador (103), así como, eventualmente, a la salida de los humos depurados (5) del separador (101),
 - medios de reciclado de al menos una parte de los residuos sólidos (12) provenientes del reactor (102) y de al menos una parte de los gases (12') que salen de este reactor, estando estos medios de reciclado dispuestos en comunicación con la entrada del separador (101), preferentemente a través del generador (103).
- 5
- 12.** Instalación según la reivindicación 11, **caracterizada por el hecho de que** el generador (103) está constituido por un haz de tubos alimentados con agua (2) y colocados en una funda que conduce los humos a depurar (1).

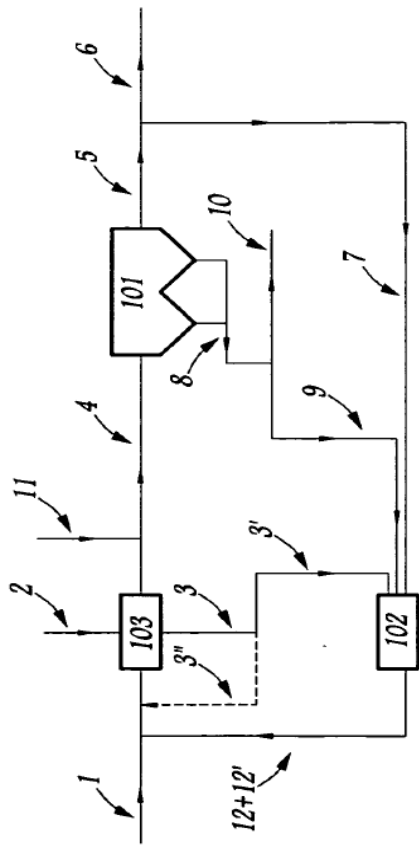


Fig. 1

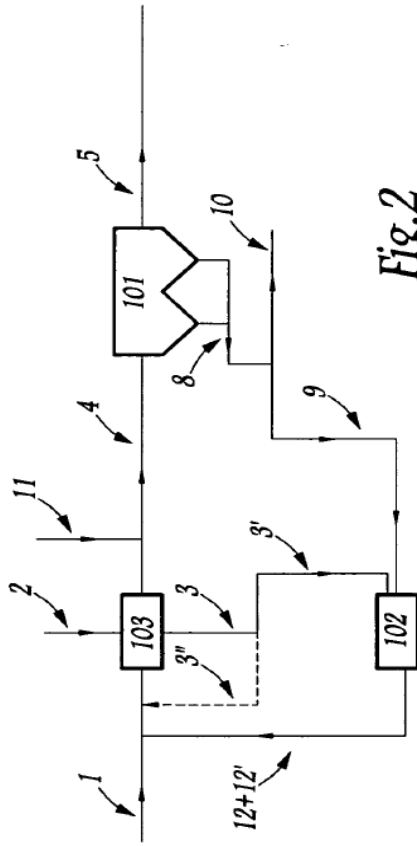


Fig. 2