



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 361 519**

51 Int. Cl.:  
**C10B 19/00** (2006.01)  
**C10B 47/34** (2006.01)  
**C10B 49/22** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **08749948 .9**  
96 Fecha de presentación : **30.04.2008**  
97 Número de publicación de la solicitud: **2150601**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **10.02.2010**

54 Título: **Procedimiento para la descomposición térmica de un material de partida con partículas extrañas.**

30 Prioridad: **25.05.2007 DE 10 2007 024 706**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**17.06.2011**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**17.06.2011**

73 Titular/es: **GEBR. LÖDIGE  
MASCHINENBAU-GESELLSCHAFT MIT  
BESCHRÄNKTER HAFTUNG  
Elsener Str. 7-9  
33102 Paderborn, DE**

72 Inventor/es: **Schmidt, Alfons;  
Sickelmann, Hans-Jürgen y  
Grob, Armin**

74 Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 361 519 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 para la descomposición térmica de un material de partida con partículas extrañas.

La invención se refiere a un procedimiento para la descomposición térmica de un material de partida y en particular para la descomposición de harina de origen animal, lodos de aceite por ejemplo de limpiezas de tanques, residuos de trituración de automóviles (Autofluff, también conocidos como Autofluffy), glicerina básica, por ejemplo de una producción de biodiesel, lodos de pintura de talleres de pintura, suelos contaminados, madera revestida, plásticos como plexiglas. De acuerdo con el presente procedimiento en casi todos los casos son descompuestos térmicamente materiales de partida orgánicos.

Con la presente invención se persigue pues en particular el objetivo de descomponer térmicamente basura especial de forma adecuada y así poder eliminarla de forma adecuada. La basura especial es un material de desecho que presenta características de peligrosidad y, por tanto, representa un posible peligro para la salud o el medioambiente. En muchos países para la eliminación de tales desechos se imponen altos requisitos a las instalaciones técnicas, los procedimientos empleados y la documentación y el paradero de los desechos peligrosos.

Sólo en la comunidad europea se producen por ejemplo varios millones de toneladas de harinas de origen animal que están destinadas a ser eliminadas. Una utilización de las harinas de origen animal como comida para animales está prohibido debido al peligro de encefalopatía espongiforme bovina (EEB). Por motivos semejantes no es posible aprovecharlas como medio de abono.

Las harinas de origen animal son empleadas actualmente por motivos de su eliminación como combustible secundario, por ejemplo en la industria del cemento. La industria del cemento se puede costear por esta forma de eliminación de la harina de origen animal. El empleo de harina de origen animal como combustible sustitutivo se desprende del documento WO 2005/068908. La eliminación de la harina de origen animal hoy en día principalmente por incineración de desechos se describe en el documento DE 201 03 293 U1.

Por el documento DE 102 12 104 A1 es conocido un procedimiento para el uso de harina de origen animal en el que la harina de origen animal es descompuesta en un baño metálico, por ejemplo en un baño estaño o baño de cinc con una temperatura del baño metálico entre 250<sup>o</sup> C y 450<sup>o</sup> C por pirólisis en un reactor. Es problemática la toxicidad del metal líquido. Además el procedimiento es costoso.

Según el estado de la técnica se realiza un procedimiento de pirólisis, esto es, una descomposición térmica en ausencia de oxígeno a escala industrial, habitualmente en un sistema de reacción vertical. Un sistema de reacción vertical comprende un recipiente con forma de silo, calentado por fuera y una herramienta de mezclado prevista cerca de la base. En tal sistema es problemático que el lecho de producto comprende en primer lugar exclusivamente sustancias sólidas y por tanto los materiales sólidos de partida deben ser removidos. En tales casos, el movimiento necesario del producto es difícil. Si el producto se mueve de forma insuficiente se produce una transmisión del calor insuficiente. El calor debe llegar a través de las paredes del recipiente con forma de silo a los materiales sólidos de partida, lo que en caso de un movimiento del producto insuficiente se consigue sólo muy lentamente. Una descomposición al 100% de la harina de origen animal apenas puede ser garantizada o sólo con una inversión de tiempo injustificadamente alta. Los residuos sólidos que quedan no están libres de impurezas nocivas para la salud con una seguridad tan alta como para que puedan ser empleadas por ejemplo para mejorar la actividad de suelos. La adición de metales pesados venenosos durante la descomposición crea otros problemas de eliminación. También la descomposición sólo puede ser realizada por lotes. Un funcionamiento continuo o casi continuo no es posible. También por este motivo el procedimiento consume mucho tiempo y, por tanto, no es rentable.

Para poder realizar una pirólisis a escala industrial continuamente según el estado de la técnica los materiales de partida son alimentados a un tambor giratorio o a un tubo giratorio. Al lecho de producto se le hace circular durante el giro para proporcionar un buen entremezclado, como por ejemplo es conocido por el documento WO 2005/068908.

El tambor o el tubo es calentado por fuera, por regla general por debajo, con mecheros de gas. La alimentación del material de partida se realiza a través de un extremo del tambor. Por el otro extremo del tambor son retirados del lecho de producto por debajo las sustancias sólidas que se producen y por arriba las sustancias en forma de gas producidas. Las porciones condensables en el gas son separadas a continuación por condensación.

En un procedimiento continuo de este tipo es especialmente problemático asegurar que la harina de origen animal es descompuesta realmente por completo. Puede ocurrir que las sustancias sólidas resultantes de la descomposición contengan todavía harina de origen animal no descompuesta. Los problemas de eliminación de la harina de origen animal no pueden así ser resueltos. También en el caso del procedimiento continuo descrito pueden producirse sobrecalentamientos térmicos cuando el tambor es calentado con mecheros de gas por debajo. Además, debido a las conducciones y derivaciones, así como a la rotación del tambor es técnicamente difícil garantizar con seguridad la ausencia de oxígeno en el tambor.

Además es problemático en el estado de la técnica mencionado que los productos de descomposición sean al menos parcialmente al principio pegajosos y se produzcan apelmazamientos y adherencias en las superficies superior-

res de la pared, como es conocido por el documento WO 2005/068908. Esto impide además el transporte necesario de calor y por tanto la pirólisis. Es difícil garantizar una descomposición térmica completa.

5 Por el documento EP 1 314 770 B1 es conocido un reactor de lecho fluidizado o mezclador horizontal calentado eléctricamente para la pirólisis de harina de origen animal. Una descomposición suficientemente completa de la harina de origen animal no puede ser garantizada con esta teoría para poder reutilizar los productos de descomposición, por ejemplo para mejorar la actividad de suelos. Así también aquí son un obstáculo para la fiabilidad de las descomposiciones perseguidas los apelmazamientos y adherencias que se producen durante la pirólisis.

Problemas semejantes se producen en el caso de los otros materiales de partida orgánicos mencionados al principio cuando éstos deben ser descompuestos.

10 Por el documento DE 508 566 es conocido un horno calentado para la coquización de combustibles a bajas temperaturas. En un tambor giratorio calentado se encuentran bolas de acero calentadas de un tamaño y peso tales que el combustible es desintegrado sólo hasta un cierto grado. Un dispositivo complicado en el horno, como tornillos sin fin, ejes de paletas o rastrillos deben ser evitados. De cómo la basura especial problemática de eliminar puede ser descompuesta térmicamente por completo y con seguridad sin que sea necesario eliminar de otra forma cara la basura especial no dice nada este documento. El documento DE 932 789 da a conocer un procedimiento para la desgasificación de combustible en forma de polvo o de grano fino en un tornillo sin fin mezclador. La energía térmica necesaria para la desgasificación es alimentada, llenando en el tornillo sin fin el combustible junto con portadores de calor térmicos, por ejemplo metálicos en forma de polvo o de grano fino calentados. El procedimiento conocido para ello no es ni determinado ni apropiado para descomponer térmicamente la basura especial con seguridad de una forma tan completa que pueda suprimirse cualquier otra eliminación cara.

La patente US3841994 muestra un procedimiento continuo para la pirólisis de pizarra bituminosa en un tambor horizontal con bolitas de un material inerte. Las bolitas empleadas para ello son conducidas en un circuito y calentadas antes de añadirles al horno pirolítico giratorio.

25 El documento EP 1 314 770 describe un procedimiento para la pirólisis discontinua de material orgánico en un mezclador horizontal, pudiendo ser determinado el final de la reacción pesando el reactor. Al inicio del ciclo es pirolizada en primer lugar una cantidad pequeña del material de partida y después de esta pirólisis se empieza con la otra carga. Después de cada ciclo es retirada la cantidad de producto completa.

30 El objeto de la invención es conseguir un procedimiento con el que se logre mejorar a escala industrial la descomposición térmica deseada y en particular la descomposición térmica de basura especial, como por ejemplo harina de origen animal.

El objeto de la invención se lleva a cabo por descomposición térmica de un material de partida, en particular de un material de partida orgánico, que comprende las características de la reivindicación 1.

El objeto se lleva a cabo por la reivindicación 1.

35 Para llevar a cabo el objeto son introducidas en el lecho de producto o materia de mezcla partículas extrañas que no son descompuestas térmicamente ni tampoco son licuadas. La adición de partículas extrañas debido al movimiento evita que durante la pirólisis se formen grandes apelmazamientos en el lecho de producto o materia de mezcla. También las partículas extrañas se ocupan de que los depósitos en las paredes del recipiente, en el que es realizada la pirólisis, sean de nuevo separados. En conjunto se consigue que se reduzcan los apelmazamientos y depósitos y así se mejora el transporte de calor dentro del lecho de producto. Correspondientemente la descomposición térmica se desarrolla de forma más rápida y más completa. Las partículas extrañas son partículas que se diferencian del material de partida, así como de los productos de descomposición o productos intermedios que eventualmente se producen. Las partículas extrañas en el sentido de la presente invención son sobre todo bolas hechas de metal.

45 El tamaño de las partículas extrañas se elige preferiblemente de manera que el tamaño de grano se diferencie del tamaño de grano de las sustancias sólidas que resultan de la descomposición térmica, de manera que las partículas extrañas puedan ser separadas por cribado de las sustancias sólidas que resultan de la descomposición térmica. Así de forma especialmente simple la sustancia sólida que resulta de la descomposición térmica puede ser liberada de sustancias extrañas. Por regla general, la sustancia sólida que se produce en la pirólisis está presente en forma de ceniza pulverizada muy fina. Un diámetro de partícula extraña de 1 a 2 mm ha dado buen resultado para con la extracción de las sustancias sólidas del recipiente de pirólisis poder cribar en seguida las partículas extrañas.

50 El material de las partículas extrañas se elige preferiblemente de manera que se comporte inerte respecto al material de partida respectivo, así como respecto a los productos de descomposición, para así no limpiar los productos que resultan de la descomposición térmica, así como garantizar el mantenimiento de las partículas extrañas.

55 Preferentemente las partículas extrañas están formadas por un material que conduzca bien el calor y preferentemente metálico. No obstante, también pueden ser empleados materiales como arena de cuarzo o granulado cerámico. Por la provisión de materiales buenos conductores del calor se consigue un mejor transporte del calor durante la pirólisis, esto es, durante la descomposición térmica. Las partículas extrañas absorben calor de las paredes del

- 5 recipiente y transfieren de nuevo este calor al interior del lecho de producto a través de una superficie superior ampliada para ello. En conjunto se mejora así notablemente la transferencia de calor en comparación con el estado de la técnica. La descomposición se acelera así considerablemente. El paso de transiciones de fase no deseadas como por ejemplo consistencias plásticas o viscosas al menos se reduce considerablemente. De forma correspondientemente rápida, uniforme y completa son descompuestos térmicamente los materiales de partida.
- 10 El acero es adecuado en muchos casos para cumplir los diversos requisitos impuestos al material de las partículas extrañas, esto es, proporcionar por una parte una conductividad térmica suficientemente buena y por la otra parte comportarse de forma inerte respecto al material de partida y los productos de descomposición. Son preferibles acero fino o aceros de otro tipo resistentes a los ácidos y a las bases cuando en la descomposición se producen ácidos o bases. También es adecuada la estabilidad mecánica del acero para comportarse mecánicamente de forma suficientemente estable.
- 15 Las partículas extrañas presentan preferiblemente un diámetro de unos cuantos milímetros y sobre todo un máximo de 8 mm, preferentemente no más de 4 milímetros. Las partículas extrañas presentan además preferentemente un tamaño mínimo de 0,5 milímetros, especialmente preferido de al menos 1 mm. Los efectos mecánicos y de conducción del calor deseados se pueden conseguir bien con partículas de este tamaño. Un límite superior de 8 mm no debería ser superado por regla general para evitar daños mecánicos. Además, diámetros demasiado grandes conducen esencialmente a peores resultados. Diámetros demasiado pequeños en las partículas extrañas tienen como consecuencia que una separación de los productos de descomposición sólidos sólo puede conseguirse con dificultad.
- 20 En una realización del procedimiento las sustancias sólidas producidas en la descomposición térmica son aprovechadas para ser conducidas junto a las partículas extrañas con el material de partida al lecho de producto para conseguir los efectos mecánicos y/o térmicos mencionados antes. Esto puede favorecer el procedimiento según la invención.
- 25 La pirólisis, esto es la descomposición térmica, es realizada en ausencia de oxígeno o en un mezclador horizontal. Así, durante la pirólisis es generado mecánicamente un lecho fluidizado. En comparación con la pirólisis en un tubo giratorio tiene lugar una fluidización y no únicamente una circulación. Por la fluidización por una parte se mejora la transferencia de calor desde la pared al lecho de producto y se evita una caída de la temperatura dentro del lecho. Por otra parte se mezclan mejor entre sí los materiales de partida, las partículas extrañas y los productos generados. Tiene así lugar una pirólisis homogéneamente distribuida. Con ello se garantiza de forma mejorada que los productos extraídos son realmente descompuestos térmicamente por completo. No quedan pues materiales de partida no descompuestos térmicamente. También es más sencillo en comparación con un tubo giratorio garantizar la ausencia de oxígeno, ya que el recipiente del mezclador horizontal no se mueve a diferencia del tubo giratorio. Las conexiones estancas al gas pueden, por tanto, ser proporcionadas de forma más fácil.
- 30 En otra realización mejorada de la invención se emplea como mezclador horizontal un mezclador de reja de arado que es conocido por ejemplo por el documento "Lebensmitteltechnik, Número 2, páginas 66-74, año 5º, 1973". Así se mejora aún más un lecho fluidizado.
- 35 En otra forma de realización mejorada de la invención se emplea un mezclador horizontal que comprende paletas de centrífuga dispuestas cercanas a la pared, así como chapas de recirculación dispuestas cercanas al eje y en particular si los materiales de partida, y por tanto la materia de mezcla, son piezas especialmente gruesas. En el caso de una rotación correspondiente de las paletas de centrífuga, así como de las chapas de recirculación, la materia de mezcla es transportada por las paletas de recirculación desde la pared exterior lejos en la dirección del eje de la herramienta de mezcla. Las chapas de recirculación transportan la materia de mezcla en la dirección de la pared exterior o en la dirección de las paletas de centrífuga. Con ello se garantiza la mejora del entremezclado de la materia de mezcla deseado y se consigue por tanto un resultado mejorado, en el que está garantizada la completitud de la descomposición. También puede descomponerse de forma especialmente rápida. Por ejemplo, en la descomposición de jabones potásicos en el caso de residuos de biodiesel se produce una descomposición muy rápida, como han mostrado los ensayos realizados. En otro caso pueden producirse fases viscosas desfavorables. Sobre todo en el caso de una materia de mezcla de piezas gruesas es ventajoso el empleo de tal mezclador horizontal. Tal mezclador es conocido por ejemplo por el documento EP 101 6451 A1.
- 40 Por motivos comparables se emplea un mezclador horizontal, como es conocido por el documento DE-AS 1101113. Dos grupos de paletas dispuestas diferentes transportan en sentidos opuestos, lo que es especialmente ventajoso en el caso de una materia de mezcla gruesa y además protegen el producto.
- 45 El mezclador horizontal comprende en una forma de realización cabezales de cuchilla que sirven para la fragmentación de la materia de mezcla durante la pirólisis. Esto puede favorecer aún más la descomposición térmica.
- 50 La cubierta con forma cilíndrica del recipiente, en el que es realizada la pirólisis, es preferentemente calentada por toda la superficie y en particular eléctricamente. La cubierta es llevada uniformemente a la temperatura deseada en cada caso. Con ello se evita que localmente la materia de mezcla, esto es, el material de partida junto con el material extraño y los productos de descomposición ya producidos, puedan ser sobrecalentados.

- 5 Por arriba del recipiente se encuentra preferiblemente una cúpula a través de la cual pueden ser extraídos los componentes con forma de gas y que sirve como zona de estabilización para las partículas de ceniza a menudo muy ligeras de los residuos de pirólisis no descomponibles. Con ello se evita un arrastre de las partículas de ceniza. La cubierta de la cúpula es preferentemente calentable, por ejemplo con un calefactor eléctrico regulable por fuera o con otros medios de caldeo. Por caldeo de la cúpula puede ser evitada una condensación prematura de los componentes condensables.
- 10 Por motivos iguales preferentemente también es calentado el tubo (llamado tubo de salida de vapor) que conduce el gas formado a condensadores.
- 15 Para mejorar aún más la efectividad del procedimiento son ventajosas las siguientes etapas, tanto individuales como en combinación.
- 20 En primer lugar, las partículas extrañas son echadas en el recipiente en el que es realizada la pirólisis. Se ha probado que da buen resultado un grado de llenado de entre el 5 y el 20%. A continuación las partículas extrañas son calentadas a la temperatura deseada para la realización de la pirólisis. Esta temperatura está ventajosamente entre 50 a 100° C por encima de la temperatura de descomposición del material de partida. A continuación es llenado el material de partida en forma de partículas en el recipiente y mezclada la materia de mezcla. De este modo empieza la descomposición del material de partida de forma especialmente rápida, ya que en seguida es transferido calor desde las partículas extrañas al material de partida. Los atascos y depósitos en las paredes son así minimizados desde el principio.
- 25 Para poder ajustar la temperatura en el interior del recipiente, monitorizar, así como poder controlar la realización del procedimiento dependiendo de la temperatura, el recipiente para la realización de la pirólisis presenta convenientemente en el espacio interior uno o varios termoelementos u otros instrumentos de medición de la temperatura adecuados.
- 30 El material de partida en forma de partículas es alimentado poco a poco al recipiente de mezcla y es controlado preferentemente a través del curso de la temperatura en el interior del recipiente de mezcla y/o el grado de llenado del recipiente de mezcla. En lo que respecta a la temperatura hay que tener en cuenta que se mantenga el rango de temperatura deseado que está preferentemente entre 50 y 100° C por encima de la temperatura de descomposición del material de partida.
- 35 En lo que atañe al grado de llenado hay que tener en cuenta que éste no sobrepase un valor máximo. Este grado de llenado máximo es por ejemplo del 70% para garantizar un funcionamiento correcto. Si el material de partida en forma de partículas es conducido ahora poco a poco hasta que se alcance un grado de llenado máximo predeterminado, entonces está garantizada una descomposición térmica rápida y completa mejorada. Alternativa o adicionalmente es controlada la adición de material de partida dependiendo de la cantidad que es descompuesta térmicamente en el recipiente de mezcla. En particular la alimentación del material de partida es controlada de manera que corresponda a la cantidad pirolizada para así asegurar una descomposición térmica rápida y completa. Una estimación de qué cantidad es pirolizada en cada caso puede realizarse entre otras formas a través de la cantidad de los gases producidos y extraídos y/o por las variaciones de peso del recipiente de mezcla.
- 40 Si se consigue un grado de llenado máximo predeterminado, entonces la alimentación del material de partida es detenida y en principio se espera hasta que ya no pueda ser retirado nada de gas para así asegurar que el contenido del recipiente de mezcla, esto es la materia de mezcla, sea pirolizado por completo. A continuación es extraída la materia sólida en el interior del recipiente de mezcla y preferentemente de manera que quede un grado de llenado del 5 a 20%, especialmente preferido del 10%. Con ello se consiguen muy buenas condiciones previas para tras la extracción poder proseguir en seguida con la alimentación de los materiales de partida. La extracción en el caso de una centrífuga en marcha o herramienta de mezcla puede realizarse a través de un dispositivo de descarga.
- 45 Durante la extracción son cribadas partículas extrañas que se diferencian de las sustancias sólidas que se producen por la descomposición térmica y son alimentadas de nuevo al recipiente de mezcla y preferentemente junto con el material de partida. También de esta forma se favorece la pirólisis rápida y completa.
- 50 Un uso óptimo de la sustancia sólida resultante puede consistir en usar ésta en principio como carburante y a continuación emplear los residuos no combustibles que quedan, por ejemplo para mejorar la actividad de suelos.
- 55 Durante la pirólisis son extraídos continuamente productos de descomposición en forma de gas. Éstos son después conducidos a través de uno o varios condensadores para retirar del flujo de gas las porciones condensables en conjunto o separadas. A continuación el gas es sometido preferiblemente a un lavado de gas. En conjunto se consiguen mantener los diversos componentes líquidos o gaseosos de forma utilizable.
- Para el caso de que una parte de los productos de descomposición se sublime, es decir no forme una fase final líquida, la separación se produce por condensación en la pared de un recipiente cerrado que está equipado con un raspador para eliminar el sublimado de la pared y recogerlo en la parte inferior del recipiente, desde donde puede ser vaciado a discreción. Para el caso de que los gases contengan además de las porciones que se subliman también aquellas en las que en la condensación forman un líquido y por tanto humedecen el sublimado en el recipiente

de depósito o incluso lo hacen pastoso, el recipiente de depósito puede ser calentado. La temperatura debe ser regulable y hay que elegirla de manera que se sitúe por debajo de la temperatura de sublimación, en cualquier caso más alta que la temperatura de ebullición de la fase líquida. La condensación de esta fase líquida se realiza después en un condensador conectado a continuación con un enfriamiento adecuado.

5 Cuando en los productos de descomposición que se producen como vapores condensables están contenidos compuestos que en la condensación a temperatura ambiente se convierten en una parte como fluido y en otra como sustancias altamente viscosas, puede ser necesario que deban ser conmutados al menos dos condensadores sucesivamente. El primero es accionado a una temperatura que evita la fase altamente viscosa del condensado. El recipiente de recogida para este condensado debe ser calentado igualmente, para que el condensado pueda ser vaciado. En el segundo condensador son separados los gases residuales con líquidos de punto de ebullición bajo a una temperatura más baja correspondiente.

10 Los gases de descomposición que se producen aún tras la condensación en muchos casos deben ser liberados de compuestos perturbadores antes de su reutilización. Esta purificación de gases se realiza mediante una depuración húmeda en la que el gas es conducido a través de un líquido adecuado que absorbe las sustancias perturbadoras. En muchos casos la purificación de gases puede realizarse también de manera que como medio de absorción se emplee carbón activo.

15 En una forma de realización la harina de origen animal es descompuesta térmicamente. En la harina de origen animal es de muy especial relevancia que ésta sea descompuesta térmicamente de la forma más completa posible para evitar problemas de encefalopatía espongiforme bovina (EEV) y otros gérmenes patógenos. Por el procedimiento presente se asegura la mejora notable de la descomposición completa en comparación con el estado de la técnica. Precisamente con respecto a la descomposición de harinas de origen animal existen disposiciones oficiales y controles estrictos con los que debe conseguirse que las materias sólidas obtenidas de las harinas de origen animal no contengan ya restos de nitrógeno que representan una medida de una descomposición insuficiente. Con la invención se consiguió que ya no tengan que ser comprobados los restos de nitrógeno en los productos de sustancias sólidas después de la descomposición térmica de harina de origen animal.

20 Puesto que la descomposición térmica se logra muy uniformemente se consigue además una mejor separación entre los productos producidos en comparación con el estado de la técnica mencionado. La separación de productos en forma de gas, líquidos y sólidos es pues especialmente buena como ha resultado de una comprobación, entre otros en el ejemplo de la harina de origen animal. Las cenizas residuales de la harina de origen animal fueron examinadas. El contenido de nitrógeno fue menor del 0,01 % en peso. Por tanto, había descendido el límite de determinación. Todas las especificaciones de la Comunidad Europea a este respecto se cumplían. Esto no era posible según el estado de la técnica.

La descomposición térmica de harina animal se realizó en un ejemplo como sigue.

35 Se empleó un mezclador horizontal con un volumen de 50 litros. El mezclador presenta en el interior cuatro brazos mezcladores fijados en un eje.

40 Los brazos mezcladores comprenden paletas centrifugadoras a modo de reja de arado junto a chapas de recirculación de la forma descrita antes. La cubierta del mezclador horizontal es calentada eléctricamente por toda la superficie, de manera que ésta es llevada uniformemente a la temperatura. La temperatura de caldeo es de 650<sup>0</sup> C. La temperatura de pirólisis es aproximadamente 450<sup>0</sup> C +/- 20<sup>0</sup> C. El eje es girado a 60 r.p.m. con las herramientas de mezclado. La longitud del mezclador es de 400 mm y el diámetro es igualmente de 400 mm. Reina una ligera presión negativa de aproximadamente 950 mbar. El mezclador es puesto en funcionamiento casi continuamente. Con un tornillo sin fin de dosificación la harina de origen animal es alimentada al mezclador desde un recipiente de carga. En el recipiente de carga se asegura que siempre se sitúa una cierta cantidad de harina de origen animal por encima del tornillo sin fin. Con ello se asegura que no entra en el recipiente de mezclado nada de oxígeno. Bolas de acero con un diámetro de 2 a 4 mm son empleadas como partículas extrañas. Al principio la cámara de mezcla es llenada con bolitas de acero hasta aproximadamente el 10% de su volumen. Son empleados en total 25 kg de bolitas de acero. Después de que las bolas alcanzan la temperatura de pirólisis es alimentada la harina de origen animal al mezclador a través del recipiente de carga.

50 Durante el funcionamiento el mezclador horizontal es colocado en una balanza. En virtud de las variaciones de peso medidas se controla que no se sobrepase el grado de llenado deseado en cada caso, ya que la variación de peso es una medida del grado de llenado.

55 En el plazo de 5 horas son conducidos al mezclador 35 kg de harina de origen animal y son alimentados a 7kg/hora. Continuamente el gas que se produce por la descomposición es derivado hacia arriba cerca de una pared frontal del mezclador y así extraído. Las sustancias sólidas que se producen por la pirólisis quedan en principio en el mezclador. Si se consigue en el mezclador un grado de llenado del 70%, entonces la pirólisis prosigue hasta que ya no pueda ser extraído más gas. Con ello se asegura que incluso la harina de origen animal alimentada en último lugar sea descompuesta por completo. Después la pirólisis se interrumpe y la materia sólida es extraída por debajo hasta que quede un grado de llenado del 10%.

- 5 Preferentemente los gases producidos y las sustancias sólidas son extraídas por una cara frontal del recipiente de mezcla del mezclador horizontal que es opuesta a la cara a través de la cual es transportado el material de partida al recipiente. Si ahora las sustancias sólidas no son extraídas por completo y el gas producido es derivado hacia arriba fuera del recipiente, entonces se asegura que sólo son extraídos productos descompuestos completamente, lo que supone una mejora.
- Una cantidad residual de una mezcla de bolitas de acero y de la materia sólida obtenida de la harina de origen animal queda en el mezclador para así poder proseguir inmediatamente con la pirólisis. Las bolitas de acero presentan una buena conductividad del calor en el sentido de la invención a diferencia de las sustancias sólidas que se producen en caso de la descomposición térmica de la harina de origen animal.
- 10 Las bolitas son cribadas de las sustancias sólidas extraídas y preferentemente son añadidas de nuevo al recipiente de carga. De esta forma la harina de origen animal que se encuentra en el recipiente de carga es precalentada otra vez un poco y así se favorece la pirólisis.
- Las cenizas resultantes de la harina de origen animal están formadas por carbono y componentes inorgánicos como óxido de calcio, carbonato cálcico, sulfatos y nitratos. Tras la realización de la descomposición descrita las cenizas están completamente libres de componentes orgánicos.
- 15 En otra realización de la invención independiente del procedimiento descrito hasta ahora las cenizas obtenidas de la harina de origen animal son quemadas, por ejemplo a 750<sup>o</sup> C. Así se quema el carbono de las cenizas. Quedan los componentes inorgánicos que pueden ser reutilizados de forma muy satisfactoria, entre otras cosas para mejorar la actividad de suelos.
- 20 El gas que se produce en la descomposición de la harina de origen animal en primer lugar es liberado de porciones de gas condensables por condensación y luego es conducido a través de una disolución de ácido sulfúrico para así liberar de amoníaco el gas que queda. De ello resulta un gas combustible muy satisfactorio.
- El gas obtenido comprende metano, etano, butano etc. Los gases son empleados por ejemplo para la combustión en centrales eléctricas. El condensado que queda es un aceite pesado que por ejemplo puede ser quemado en motores de tanques. Se consigue pues emplear todos los productos de descomposición de la harina de origen animal sin que exista peligro potencial para la salud.
- 25 El procedimiento es empleado sobre todo también en el reciclaje de plásticos formados por mezclas de plásticos. Las mezclas de plásticos son descompuestas de nuevo en sus sustancias químicas de partida. A continuación a partir de estas sustancias de partida pueden ser fabricados de nuevo los plásticos básicos puros individuales. Hasta ahora según el estado de la técnica tales mezclas de plásticos son en principio molidas y fundidas. Las mezclas de plástico reutilizadas según este procedimiento no debían ser empleadas de nuevo para embalajes de alimentos. Éstas podían ser usadas únicamente para la fabricación de bancos de parques, etc. Los plásticos obtenidos de nuevo según el procedimiento de la invención pueden ahora ser empleados de nuevo en la industria alimentaria. A partir de un primer producto hecho de este plástico de mezcla puede ser fabricado de nuevo el mismo primer producto. No es necesario fabricar productos intermedios como bancos del parque a partir de plásticos reciclados.
- 30 Por lo demás los productos finales fabricados a partir de plástico pueden ser usados también para la obtención de energía.
- Este procedimiento es especialmente adecuado para mezclas de plásticos y no para plásticos sin mezclar porque los plásticos sin mezclar pueden ser preparados mejor de otra forma. En el caso de mezclas de plásticos esto es problemático actualmente. La presente invención resuelve pues un problema especial en las mezclas de plásticos, incluso si visto técnicamente puede ser empleado de igual forma también para plásticos sin mezclar.
- 40 El procedimiento fue comprobado en virtud de una descomposición térmica de lodos de aceite, glicerina básica de una producción de biodiesel, lodos de pintura, suelos contaminados, madera revestida y diversas mezclas de plásticos. Se consiguió siempre una descomposición térmica muy completa en comparación con el estado de la técnica. Por tanto, es lícito sacar la conclusión de que de acuerdo con el procedimiento presente los materiales de partida orgánicos pueden ser descompuestos térmicamente de forma mejorada.
- 45 El procedimiento es compatible con el medio ambiente. Los vertederos pueden así ser descargados. El procedimiento se desarrolla por regla general energéticamente neutral. La energía es recuperada y debe ser empleada para el procedimiento de pirólisis.
- 50 La figura 1 muestra esquemáticamente un mezclador horizontal 1 con un eje horizontal 2 montado giratorio. En el eje 2 están colocadas paletas de centrífuga 3 cercanas a la pared y chapas de recirculación 4 cercanas al eje por medio de brazos 5. En la rotación correspondiente del eje, las paletas de centrifugado 3 impulsan la materia de mezcla que se encuentra en el recipiente en la dirección del eje y las chapas de recirculación impulsan la materia de mezcla de vuelta en la dirección del eje 2. El mezclador 1 presenta elementos de caldeo eléctricos 6 que se extienden a través de toda la superficie de cubierta del recipiente de mezclado. La superficie de cubierta es, por tanto, calentada por completo. Un recipiente de carga 7 está unido a una pared frontal 9 del mezclador 1 por medio de un tubo 8. Un
- 55

material de partida en forma de partículas con o sin partículas extrañas puede ser puesto en el recipiente de carga. El material de partida es transportado entonces por medio de un transportador de tornillo 11 al mezclador. Hay que tener en cuenta se tenga siempre una altura de llenado 10 tal en el recipiente de carga, de manera que el transportador de tornillo 11 esté siempre completamente cubierto.

- 5 De la forma descrita el material de partida es descompuesto térmicamente en el mezclador horizontal. Como se describió, el gas que se produce cerca de la cara frontal opuesta es retirado por arriba a través de un tubo 12. Del gas son separadas porciones condensables a través de un condensador 13 y conducidas hacia abajo. Las porciones de gas no condensables son reconducidas hacia la derecha y reutilizadas.

- 10 A través de un tubo 15 dispuesto cerca de la otra cara frontal 14 y que conduce hacia abajo son extraídas las sustancias sólidas producidas por la descomposición térmica como se describió. Un cabezal de cuchilla 16 puede ser colocado en una pared para evitar aún más la formación de apelmazamientos.

En el caso de un mezclador horizontal en comparación con un tubo giratorio es más fácil garantizar la ausencia de oxígeno necesaria durante la pirólisis.

- 15 La Fig. 2 muestra esquemáticamente otra forma de realización de un dispositivo para la realización del procedimiento. En lugar de un tornillo sin fin aquí se usa una esclusa de rueda celular 17 para conducir los materiales de partida desde el recipiente de carga accionados por la fuerza de gravedad al mezclador horizontal 1. Hay además una alimentación de gas inerte 18 que está dispuesta de manera que el gas inerte llega junto con los materiales de partida al mezclador 1, lo que puede ser ventajoso por ejemplo en caso de peligro de explosión. Una cúpula 19 sirve como zona de estabilización para que las cenizas y similares no alcancen la salida de gas.

- 20 Con la invención pueden ser descompuestos térmicamente por completo alimentos, desechos de matadero, harina de origen animal, harina de pescado, plásticos, elastómeros, productos de goma y caucho, madera, papel, tejido, productos residuales desintegrables biológicamente, aceites pesados o sus residuos, así como mezclas de desechos de los productos mencionados antes.

- 25 En otro ejemplo de realización de la invención fue pirolizado desecho de polimetacrilato, esto es plexiglas®. La pirólisis fue realizada en un mezclador horizontal de la empresa Gebrüder Lödige Maschinenbau GmbH, Paderborn, Alemania que se puede conseguir comercialmente bajo la denominación VT20. El número 20 caracteriza el volumen del mezclador, concretamente un volumen de 20 litros. El tambor de mezclado fue calentado eléctricamente por fuera. Durante el ensayo completo el número de revoluciones de la centrífuga fue de 100 r.p.m. En principio fueron llenados 11,5 Kg de bolas de acero con un diámetro desde 0,5 mm hasta 1,0 mm en el mezclador horizontal. Fue aplicado un ligero vacío para extraer el condensado de descomposición resultante. Tras alcanzar las bolas de metal una temperatura de aproximadamente 470<sup>0</sup> C fueron añadidos a intervalos de, respectivamente, 1 minuto 100 gramos de desecho de polimetacrilato bajo una atmósfera de nitrógeno. La temperatura del producto no debía estar por debajo del valor de 350<sup>0</sup> C, para que la pirólisis se desarrollase de forma óptima. Para asegurar la temperatura de pirólisis deseada de 470<sup>0</sup> C en el interior se aplicó a la superficie exterior del tambor una temperatura de aproximadamente 600<sup>0</sup> C. En virtud de la cantidad de condensado retirada pudo determinarse que dentro del tiempo de adición la descomposición se desarrolló de forma completa. Puesto que en la pirólisis de plexiglas no se produce prácticamente ningún residuo sólido, durante el ensayo no se retiraron ni partículas sólidas ni bolitas de metal. Para la extracción del condensado de descomposición producido los gases fueron retirados y condensados. Como condensado se obtuvo ácido metacrílico muy puro. El condensado obtenido era tan puro que pudo ser empleado para la polimerización posterior sin otro tratamiento previo. Así pues fue posible fabricar por ejemplo plexiglas a partir del ácido metacrílico obtenido. En el marco de un ensayo de 32 minutos de duración fueron alimentados 2.100 gramos de plexiglas. Se obtuvieron 1.740 gramos de condensado. La diferencia de peso resultó de los residuos sólidos.

Sin emplear bolitas no habría sido posible una pirólisis de plexiglas de la forma descrita. En otro caso se habría llegado a fundiciones de plástico que apenas habrían podido ser dominadas.

- 45 En otro ejemplo de realización de la invención fue realizada una pirólisis de trozos de película radiográfica, esto es películas radiográficas recortadas como se producen en medicina. Se empleó un mezclador horizontal DVT50 disponible comercialmente de la empresa Lödige, esto es un mezclador con un volumen de mezcla de 50 litros. El tambor del mezclador horizontal fue calentado eléctricamente y aislado térmicamente por completo. El número de revoluciones durante el ensayo fue continuamente 45 r.p.m.. La temperatura de caldeo fue de 650<sup>0</sup> C. Por motivos de inertización fue introducido continuamente nitrógeno en la tubería de gas del mezclador horizontal. En total fueron llenados 25 Kg de bolas de acero con un diámetro de 1,4 a 2,0 mm en el mezclador y calentadas a 450<sup>0</sup> C. A continuación fueron añadidas las películas radiográficas trituradas en porciones de 2,0 litros a intervalos de 5 minutos a través de un tubo de bajada con la tapa accionable a mano y en el plazo de 75 minutos en total 9,1 kg de trozos de películas radiográficas. Por motivos de seguridad se continuó la pirólisis durante 30 minutos después de terminar la adición de trozos de película radiográfica. Después de la pirólisis se enfrió el contenido del mezclador horizontal a 40<sup>0</sup> C y las sustancias sólidas enfriadas fueron extraídas por debajo. Las bolas fueron cribadas. Resultó 1 Kg de carbono con porción de metal de plata.



- El mezclador comprendía un recipiente de separación enfriado con un tubo de inmersión. Los productos volátiles resultantes de la pirólisis fueron alimentados continuamente a este recipiente de separación enfriado con tubo de inmersión. En el recipiente de separación se sublimaron los componentes volátiles. Se produjeron hasta el final del ensayo 2 kg de material ligeramente húmedo que consistía esencialmente en ácido de tereftalato con carbono arras-
- 5 trado. El interior del mezclador horizontal, así como la tubería de gas calentada estaban libres de depósitos de producto, no quedaba ni siquiera la más leve adherencia en los brazos de paletas de la herramienta de mezclado del mezclador horizontal.
- La humedad en el producto en el recipiente separador era un condensado que debido a una conducción de la temperatura correspondiente pudo ser separado.
- 10 En lugar de tener que eliminar desechos de películas radiográficas lo que es relativamente caro, por el procedimiento según la invención fue obtenido ácido de tereftalato que pudo ser empleado por ejemplo para la fabricación de nuevas películas radiográficas. La plata pudo ser separada de la mezcla de carbono y plata de forma convencional. Se obtuvo así metal de plata puro.
- En otro ejemplo de realización se pirolizaron residuos de trituración (Fluff), esto es componentes de coches con excepción de chapa de carrocería y otras piezas de auto metálicas mayores fáciles de separar. Se empleó nuevamente un mezclador horizontal DVT50 de la empresa Lödige, cuyo tambor fue calentado eléctricamente a 500<sup>o</sup> C. El número de revoluciones de la centrífuga fue de 37 r.p.m. Se llenaron 25 kg de bolas metálicas y en principio fueron calentadas a 400<sup>o</sup> C. Una inertización con nitrógeno fue realizada como en el ensayo mencionado antes. El diámetro de las bolas de acero estaba nuevamente entre 1,4 y 2,0 mm.
- 15 Después de que las bolitas metálicas habían alcanzado una temperatura de 400<sup>o</sup> C se rellenaron en total 3,0 kg de residuos de trituración en el mezclador en el plazo de 3 minutos. Después de 24 minutos se determinó en el transcurso de los siguientes seis minutos una proporción de condensado pequeña. Por motivos de seguridad fue pirolizado otros 15 minutos para así asegurar la completitud de la pirólisis. Tras finalizar el ensayo se enfrió el mezclador hasta que los productos en el interior estuvieran a menos de 40<sup>o</sup> C.
- 20 Durante todo el ensayo fue retirado condensado a intervalos de tiempo breves. Resultaron 0,57 kg de condensado de pirólisis con una densidad de 0,98 kg/l. Se trataba de aceite que se produjo en el marco de la descomposición. Quedó un residuo de sustancias sólidas de 1,65 kg en el mezclador que también contenía componentes de metales. El resto tenía forma de gas, pero de todas formas podía contener aún componentes que a temperaturas de condensación más bajas podrían ser líquidos. En total se obtuvo así material combustible en forma de aceite y gas. El residuo ya no era basura especial. Pudo evitarse una eliminación cara de la basura especial "residuos de trituración"(Fluff) según la invención.
- 25 En otro ejemplo de realización se realizó una pirólisis de madera. En la pirólisis de madera ocurrió que la pirólisis considerada en el tiempo se realizó muy rápidamente (Pirólisis flash) para obtener un aceite de madera de alta calidad. Para ello la madera empleada debe estar presente en trozos del menor tamaño posible. Además la temperatura de pirólisis debe estar siempre entre 460<sup>o</sup> y 480<sup>o</sup> C.
- 30 En un mezclador horizontal DVT 50 de la empresa Lödige cuyo tambor mezclador fue calentado eléctricamente a 600<sup>o</sup> C y cuyo número de revoluciones de centrífuga era de 90 r.p.m., se metieron 25 Kg de bolas de acero con un diámetro de 1-1,5 mm.
- Después de que las bolas hubieron alcanzado una temperatura de 490<sup>o</sup> C se añadieron 0,6 kg de granulado de madera (tamaño de grano de 0,5 a 4 mm). Por la cantidad de madera fría y la descomposición producida descendió la temperatura del producto a 460<sup>o</sup> C para después de 5 minutos alcanzar de nuevo el valor de 485<sup>o</sup> C. Así se introdujeron a intervalos de 5 minutos, respectivamente, 0,6 kg de granulado de madera en el proceso de pirólisis.
- 35 El gas que se formó durante la pirólisis y el vapor de gas fueron dirigidos a través de un condensador de tubos enfriado con agua, en el que los gases fueron condensados y recogidos en una vasija de depósito. El gas fue quemado.
- 40 Se obtuvo una cantidad de aceite de madera del 40% respecto a la cantidad total de madera empleada. La cantidad de gas obtenida y el carbono residual no fueron medidos.
- En otro ejemplo de realización se realizó una pirólisis de neumáticos usados.
- 45 Como aparato de ensayo sirvió un mezclador horizontal de la empresa Lödige, cuyo tambor de mezclado fue calentado eléctricamente a 650<sup>o</sup> C y cuyo número de revoluciones de centrífuga fue de 90 r.p.m. Se llenaron 25 Kg de bolas de acero con un diámetro de 1 a 1,5 mm.
- 50 Después de que las bolas de acero hubieran alcanzado los 560<sup>o</sup> C, se lleno 1 kg de neumáticos viejos triturados. El tamaño de los fragmentos de neumático era de 10x10x2 cm como máximo. Tras un tiempo de espera del producto de 10 minutos ya no pudo ser determinada producción de condensado, lo que implicaba que la descomposición había terminado. En el siguiente paso del ensayo se añadió en el mezclador cada 10 minutos, respectivamente, 1 kg
- 55

de desechos de neumáticos. La temperatura del producto durante el ensayo completo estaba entre 540 y 560<sup>o</sup> C. Durante toda la duración del ensayo no resultó ninguna fase viscosa del producto.

5 Los gases producidos fueron separados en un condensador de haz de tubos enfriado con agua y captados en un recipiente de recogida. El gas de pirólisis fue quemado. Se obtuvo 29% de aceite de pirólisis respecto a la cantidad de neumáticos empleada. El producto residual estaba presente en forma de polvo fino en el tambor del mezclador y contenía además los fragmentos del alambre de acero de la carcasa.

**REIVINDICACIONES**

- 1.- Procedimiento para la descomposición de un material de partida, en particular de un material de partida orgánico en forma gaseosa, líquida y/o productos sólidos por pirólisis, caracterizado porque un material de partida junto con partículas extrañas en un recipiente de un mezclador horizontal son movidos durante la descomposición térmica, en el que el material de las partículas extrañas por la pirólisis ni se descompone térmicamente ni se licua, en el que el material de partida es alimentado continuamente al recipiente del mezclador horizontal, los gases que se producen en el recipiente durante la pirólisis son extraídos continuamente, siendo interrumpida la alimentación de materiales de partida cuando se sobrepasa un grado de llenado predeterminado del recipiente y a continuación son retiradas parcialmente las sustancias sólidas del recipiente tan pronto como ya no pueda formarse más gas.
- 5
- 2.- Procedimiento según la reivindicación 1, en el que como material de partida se emplea basura especial, harina de origen animal, lodos de aceite, residuos de trituración de automóviles (Autofluff), neumáticos viejos de automóviles, glicerina básica, lodos de pintura, suelos contaminados, madera revestida o plástico.
- 10
- 3.- Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, en el que el recipiente en el que es realizada la pirólisis es llenado al menos en un 5% con partículas extrañas, preferentemente al menos en un 10%.
- 15
- 4.- Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el material de las partículas extrañas consiste en hierro o acero.
- 5.- Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en el que las partículas extrañas presentan un diámetro de 0,5 a 5 mm, preferiblemente de 1 a 2 mm.
- 20
- 6.- Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en el que los materiales sólidos que se producen por la descomposición térmica son alimentados de nuevo a la pirólisis.
- 7.- Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en el que un material de partida en forma de partículas es transportado desde un recipiente de carga con un tornillo sin fin en ausencia de aire al recipiente de un mezclador, siendo controlada la alimentación de manera que el tornillo sin fin esté siempre completamente cubierto por el material de partida en el recipiente de carga.
- 25
- 8.- Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores 1 a 7, en el que es empleado como material de partida mezcla de plásticos y a partir de los productos generados por la descomposición térmica son fabricados plásticos.

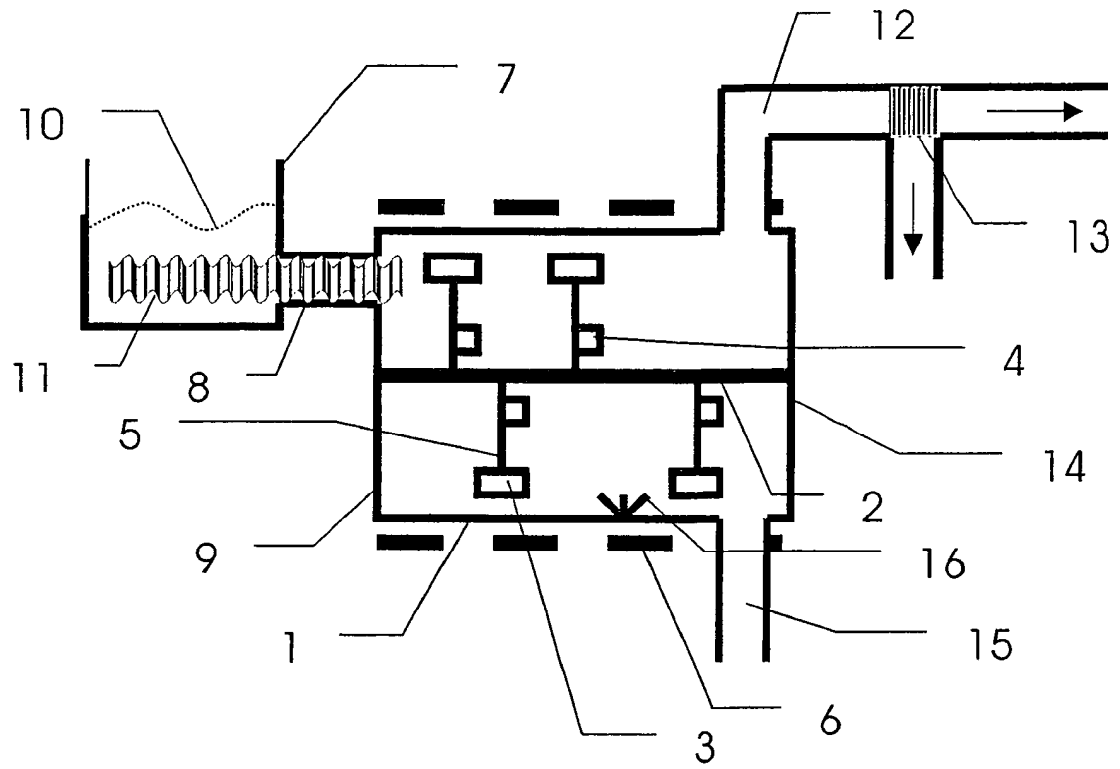


Fig. 1

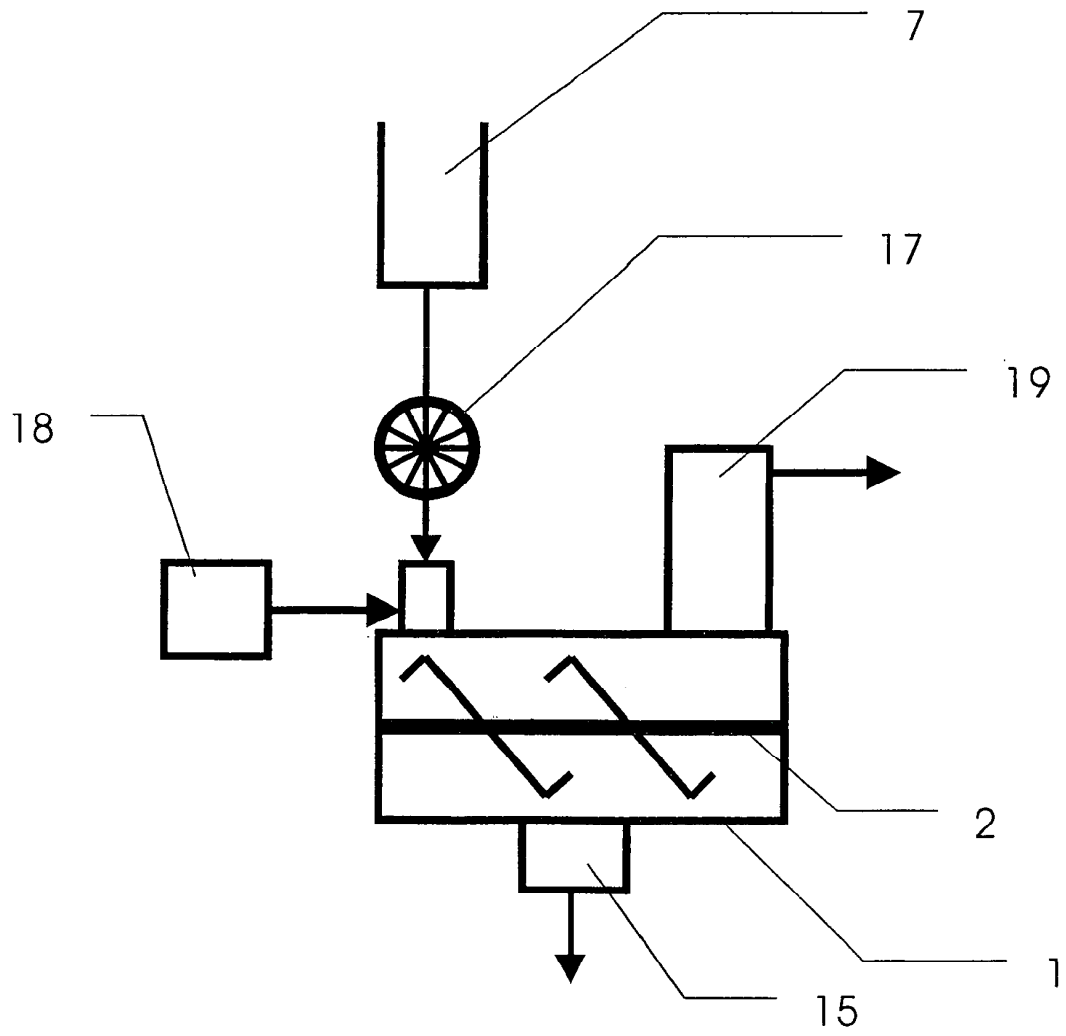


Fig. 2