

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 374 488**

51 Int. Cl.:  
**C08G 63/78** (2006.01)  
**C02F 1/04** (2006.01)  
**C02F 1/44** (2006.01)  
**C07C 29/80** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **09162048 .4**  
96 Fecha de presentación: **05.06.2009**  
97 Número de publicación de la solicitud: **2157115**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **24.02.2010**

54 Título: **PROCEDIMIENTO Y DISPOSITIVO PARA LA RECUPERACIÓN DE ETILENGLICOL EN LA PRODUCCIÓN DE POLIETILENTEREFTALATO.**

30 Prioridad:  
**18.08.2008 DE 102008044440**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**17.02.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**17.02.2012**

73 Titular/es:  
**LURGI ZIMMER GMBH**  
**LURGIALLEE 5**  
**60295 FRANKFURT AM MAIN, DE**

72 Inventor/es:  
**Reimann, Randolf y**  
**Ambrassat, Rolf**

74 Agente: **Carpintero López, Mario**

ES 2 374 488 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 y dispositivo para la recuperación de etilenglicol en la producción de poli(tereftalato de etileno)

**Descripción**

5 La invención se refiere a un procedimiento y a una instalación o un dispositivo para la recuperación de etilenglicol en la producción de poli(tereftalato de etileno) (PET).

10 El PET se produce por medio de una reacción de esterificación de los grupos carboxílicos del ácido tereftálico y de los grupos hidroxilo del etilenglicol, desprendiéndose agua. El agua que se disocia en el proceso debido a la reacción de esterificación y que además de acetaldehído contiene, entre otros, cantidades considerables de etilenglicol, se somete a una rectificación (columna de procesamiento) con objeto de recuperar el etilenglicol. Para reducir la pérdida de etilenglicol, los procedimientos según el estado actual de la técnica recurren a columnas de rectificación, de construcción por lo general compleja, con un gran número de platos o rellenos. Para conseguir una buena separación satisfactoria de las impurezas contenidas en las aguas residuales del proceso se necesita una relación de reflujo relativamente alta, lo cual significa unas considerables necesidades energéticas. A pesar del procedimiento de separación energéticamente costoso, debido al contenido residual de acetaldehído y otros componentes orgánicos volátiles, el agua parcialmente depurada resultante del proceso suele pasarse a continuación por un desorbedor antes de conducirla a una depuradora. En el proceso de producción de PET se originan, además, como producto secundario de la reacción de policondensación cantidades considerables de etilenglicol contaminado (etilenglicol de disociación, EGD). El EGD procede en primer lugar del sistema de vacío y del circuito de etilenglicol de la policondensación previa y contiene 2-metil-1,3-dioxolano (MDO), en el que el etilenglicol está ligado en forma de un acetal. Los flujos de proceso de EGD procedentes de las diversas etapas del procedimiento de producción de PET se someten de manera conjunta con las aguas residuales del proceso a un tratamiento en la columna de rectificación (llamada aquí también "columna de procesamiento" o "columna") y después se alimentan de nuevo al proceso de producción de PET. En el caso del MDO se trata de una material de bajo punto de ebullición que no puede retenerse en la columna de procesamiento, es decir, abandona dicha columna por su parte superior. La mayor parte del MDO se condensa entonces y se incorpora como contaminante a las aguas residuales del proceso. Una parte más pequeña del MDO se elimina a través de los gases de escape. El MDO es la verdadera causa de las pérdidas relativamente elevadas de etilenglicol en la columna de procesamiento de las instalaciones de PET.

30 De la solicitud de patente internacional WO 96/35654 se conoce un procedimiento en el que las aguas residuales del proceso, procedentes del proceso de producción de PET, se condensan parcialmente después de la columna de procesamiento (producto de cabeza) y después de una separación de gas inerte se someten a una ósmosis inversa. Con ello se produce una concentración del etilenglicol que queda en las aguas residuales del proceso, parcialmente depuradas, gracias a la aplicación de una presión que es mayor que la presión osmótica de la solución concentrada. Por lo tanto, se fuerza al agua a pasar a través de la membrana en contra de la tendencia a igualar la concentración osmótica. El permeado consiste en agua pura que puede derivarse directamente, por lo que ya no es necesaria una (costosa) depuradora. El procedimiento permite, además, concentraciones más altas de etilenglicol en el producto de cabeza de la columna de procesamiento, lo cual reduce por una parte la energía térmica necesaria para la columna y por consiguiente las necesidades de refrigerante para la posterior condensación. Se reduce además el número de lechos necesarios en la columna. El rechazo (concentrado) procedente de la ósmosis inversa se aporta de nuevo al proceso, estando prevista una realimentación ya sea al reactor o directamente a la columna de procesamiento. Si bien mediante este procedimiento se mejora con respecto a los procedimientos convencionales la realimentación del etilenglicol por medio de la ósmosis inversa, no se aborda ni se resuelve el problema de la pérdida de etilenglicol en forma de MDO.

45 El objetivo de la presente invención consiste en proporcionar un procedimiento y una instalación o un dispositivo que resulten adecuados para la recuperación del etilenglicol durante la producción de PET. Por un lado, la invención tiene que hacer posible un ahorro en los costes de inversión y/o en los flujos y, por otro lado, tiene que poder aplicarse de una manera respetuosa con el medio ambiente. Un modo de construcción sencillo y acorde a su función, un menor coste de la instalación y/o un ahorro energético son asimismo objetivos cuya consecución se persigue por medio de la presente invención. En particular, mediante una optimización de la recuperación de etilenglicol debe garantizarse con un esfuerzo mínimo una reducción del consumo de materias primas. De las siguientes realizaciones se desprenden otros objetivos y ventajas de la presente invención.

55 Según la invención, este objetivo se alcanza por medio de un procedimiento para la recuperación de etilenglicol en el proceso de producción de PET, incluyendo el proceso de producción de PET una reacción de esterificación en la que se producen aguas residuales del proceso, sometiéndose las aguas residuales del proceso por lo menos a una etapa de separación, de manera preferente una rectificación, en la que por lo menos se separa una parte de las impurezas presentes en las aguas residuales del proceso y se producen así aguas residuales del proceso parcialmente depuradas, mezclándose en un recipiente situado por delante de la columna de rectificación por lo menos una parte de las aguas residuales del proceso parcialmente depuradas con un fluido que contiene 2-metil-1,3-dioxolano (MDO), de

manera preferente un o varios flujos del proceso de disociación de etilenglicol-(EGD), y disociándose en la mezcla resultante de manera total o parcial el MDO existente en etilenglicol y acetaldehído.

5 Durante las reacciones de esterificación y de condensación, respectivamente, del ácido tereftálico con etilenglicol en el proceso de producción de PET se produce agua (del proceso) que, junto con otros materiales, abandona los reactores de esterificación y de condensación en forma de vapores. En el caso de los materiales mencionados (que en lo sucesivo se designarán de manera conjunta como impurezas) se trata, entre otros, de etilenglicol, ácido acético y acetaldehído. Por razones de rentabilidad hay que recuperarlos o bien deben eliminarse con objeto de cumplir las disposiciones sobre medio ambiente. Las aguas residuales del proceso, es decir, la suma de agua (del proceso) y de las impurezas, se someten por esta razón a una o varias etapas de separación, teniendo lugar una primera separación por lo general por vías de destilación en una columna de rectificación. Allí se separa una gran parte del etilenglicol existente y el producto de cabeza de la columna se lleva a continuación a un condensador, permaneciendo una parte del acetaldehído y de otros productos de bajo punto de ebullición en la fase gaseosa, conduciéndolos como gases de escape para su combustión térmica o catalítica. Por medio de una primera etapa de separación de este tipo se originan unas aguas residuales parcialmente depuradas que, a tenor de la práctica actual, se hacen pasar a menudo a través de un desorbedor antes de conducirlos a una depuradora o bien directamente se expulsan como aguas residuales.

Además de las aguas del proceso parcialmente depuradas, en el proceso de producción de PET se producen cantidades considerables de etilenglicol contaminado (etilenglicol de disociación, EGD) que, entre otras cosas, contienen MDO. El EGD procede en particular del sistema de vacío y del circuito de etilenglicol de la policondensación previa. Los flujos de EGD del proceso procedentes de las distintas etapas del proceso del proceso de producción de PET se reúnen a menudo en un recipiente colector (recipiente de EGD o recipiente colector de EGD), se someten a continuación a una etapa de separación en una columna de rectificación y se incorporan después de nuevo al proceso de producción PET.

En el caso del MDO se trata de una material de bajo punto de ebullición que no puede recuperarse en la columna de rectificación, es decir, que abandona la cabeza de la columna junto con el agua (del proceso). A continuación, la mayor parte del MDO se condensa junto con el agua del proceso y se elimina como una parte de las aguas residuales del proceso parcialmente depuradas. Una parte menor del MDO se expulsa a través de los gases de escape. La existencia del MDO es la causa verdadera de las pérdidas relativamente altas de EG en la columna de las instalaciones de PET. En condiciones de pH neutro y ligeramente alcalino el MDO es estable, en el intervalo ácido y dependiendo del contenido de agua el MDO se descompone en los materiales de partida etilenglicol y acetaldehído. Tanto la formación como también la disociación del MDO son catalizados por ácidos.

Se descubrió que las aguas residuales del proceso parcialmente depuradas (o una parte de las mismas) se pueden usar para elevar el contenido de agua del etilenglicol contaminado con MDO (EGD), procedente del proceso de producción de PET, hasta que desplazando el equilibrio químico se produzca una disociación de una parte esencial del MDO existente en etilenglicol y acetaldehído. Mediante la incorporación de componentes ácidos a las aguas residuales del proceso parcialmente depuradas se hace posible una aceleración de la disociación del MDO. No obstante, se requiere un cierto tiempo de permanencia para que se desarrolle la reacción de disociación del MDO. Por este motivo las aguas residuales del proceso parcialmente depuradas junto con el glicol de disociación se llevan a un recipiente, a partir del cual se alimenta la columna de rectificación. El recipiente proporciona el tiempo de permanencia necesario para la reacción de disociación. Frente a un proceso de rectificación que no prevé ninguna disociación previa del MDO, se produce la ventaja de que se puede reducir la relación de reflujo en la columna del proceso debido al bajo contenido de MDO de los vapores, lo cual es ventajoso por motivos económicos. Se trata de una material de bajo punto de ebullición que a través de la columna del proceso, en parte a través de la fase gaseosa, puede llevarse a un tratamiento de gases de escape.

Por aguas residuales parcialmente depuradas deben entenderse en la presente solicitud aguas residuales del proceso que hayan pasado al menos por una etapa de separación. Como primera etapa de separación preferida está prevista una preparación destilativa en una columna, incluyendo las aguas residuales del proceso parcialmente depuradas los materiales detallados en la Tabla 1 y en las cantidades indicadas. Tal como se infiere de la tabla, también las aguas residuales del proceso presentan un contenido de MDO significativo.

Todos los datos sobre porcentajes aquí indicados - mientras no se disponga lo contrario - deben interpretarse como porcentajes en peso. La base es el flujo másico indicado en cada caso.

Bajo el concepto de "Proceso" o "Proceso de producción de PET" o "Procedimiento de producción de PET" debe entenderse el proceso total para la producción de PET, incluidas todas las transformaciones de materiales y flujos másicos. De manera análoga, con "Instalación" quiere decirse el conjunto de la instalación para la producción de PET.

Expresiones tales como "agua con" o "etilenglicol con" designan el componente principal del correspondiente flujo másico, es decir, la cantidad que queda después de retirar las impurezas. Indican de manera preferente un contenido del componente principal de por lo menos el 30 % en peso, prefiriéndose de manera especial al menos el 60 % en

peso y de manera particularmente especial al menos el 90 % en peso.

Los conceptos de “agua”, “agua (del proceso)” o “aguas residuales del proceso” respectivamente, no expresan nada acerca del estado de agregación. Por consiguiente, las aguas residuales del proceso parcialmente depuradas pueden estar presentes no sólo en forma líquida sino también en forma gaseosa.

5

Tabla 1

<u>Aguas residuales del proceso parcialmente depuradas después de la columna y del refrigerador</u>		
Flujo másico:	185 - 195 kg/t PET	
Agua con etilenglicol:	0,4 - 0,6 %	
2-metil-1,3-dioxolano:	0,3 - 0,6 %	
Ácido acético:	0,1 - 0,2 %	*)
	0,01 - 0,02 %	**)
1,4-dioxano:	0,04 - 0,06 %	
Acetaldehído:	0,9 - 1,5 %	
Temperatura:	30 - 40 °C	
*) En caso de usarse acetato de antimonio como catalizador en el proceso de producción de PET		
**) En caso de usarse trióxido de antimonio como catalizador en el proceso de producción de PET		

Puede resultar ventajoso someter las aguas residuales del proceso parcialmente depuradas, antes de la mezcla con EGD, todavía a una o más etapas de separación adicionales, tratándose a este respecto de manera preferente de una columna del proceso y/o un desorbedor (adicionales). Las aguas residuales del proceso parcialmente depuradas y separadas contienen preferentemente los materiales detallados en la Tabla 2 y en las cantidades indicadas.

10

Tabla 2

<u>Aguas residuales del proceso parcialmente depuradas después de la columna y del refrigerador</u>		
Flujo másico:	170 - 180 kg/t PET	
Agua con etilenglicol:	0,2 - 0,6 %	
2-metil-1,3-dioxolano:	0,01 - 0,05 %	
Ácido acético:	0,06 - 0,2 %	*)
	0,006 - 0,02 %	**)
1,4-dioxano:	0,01 - 0,05 %	
Acetaldehído:	0,01 - 0,03 %	
Temperatura:	30 - 60 °C	
*) En caso de usarse acetato de antimonio como catalizador en el proceso de producción de PET		
**) En caso de usarse trióxido de antimonio como catalizador en el proceso de producción de PET		

La desorción tiene lugar de manera preferente con aire como gas de desorción.

15

El procedimiento según la invención mencionado con anterioridad es particularmente ventajoso cuando al menos una parte de las aguas residuales del proceso parcialmente depuradas se someten antes de la mezcla con el fluido que contiene MDO por lo menos a una ósmosis inversa y/o una ultra/nanofiltración usándose, al menos en parte para la mezcla con el fluido que contiene metildioxolano, de manera preferente aquella parte de las aguas residuales del proceso que quedan como rechazo en la ósmosis inversa y/o en la ultra/nanofiltración.

20

Un modo de realización del procedimiento de este tipo proporciona diversas ventajas. Dependiendo de la ejecución (en una a tres etapas), el uso de una ósmosis inversa permite prescindir de una (costosa) depuración de las aguas residuales ya que el rechazo consiste en agua no contaminada o sólo débilmente contaminada. No obstante, de acuerdo con la invención al usar una ósmosis inversa y/o una ultra/nanofiltración, y dependiendo de la ejecución del procedimiento de membrana y de las disposiciones medioambientales vigentes, puede preverse una depuración final de las aguas residuales aun que ésta, debido a la depuración previa de las aguas residuales del proceso (en este caso el rechazo), puede configurarse manera más sencilla y llevarse a cabo con un menor esfuerzo. El uso de una ósmosis

25

inversa conduce además a menores concentraciones de MDO en el producto de cabeza de la columna de rectificación, lo cual disminuye la energía térmica necesaria para la columna (reflujo) y por consiguiente la necesidad de refrigerante para la condensación que va a continuación. Además, se puede reducir el número de lechos necesarios en la columna.

5 Con el procedimiento de acuerdo con la invención, es decir, mediante la disociación del MDO, además de las ventajas mencionadas se recupera también etilenglicol. Para ello, con el fin de aumentar el contenido de agua en el EGD se usa de manera preferente el rechazo (concentrado) procedente de la ósmosis inversa, es decir, la parte de las aguas residuales del proceso parcialmente depuradas que están enriquecidas con etilenglicol. Si bien las aguas (del proceso) recuperadas en el proceso de producción de PET, de manera preferente en la columna, deben evaporarse y a continuación condensarse, a diferencia del procedimiento según el estado actual de la técnica, esta desventaja energética se compensa con creces mediante el etilenglicol recuperado. Por lo tanto, a diferencia del estado actual de la técnica no es necesario intentar minimizar el volumen del rechazo por medio de la ósmosis inversa. El procedimiento de acuerdo con la invención permite, por consiguiente, mantener baja la presión - y con ello el gasto energético - durante la ósmosis inversa. Además, una parte del agua (del proceso) alimentada se consume durante la disociación del MDO. La ósmosis inversa y/o la ultra/nanofiltración se llevan a cabo de manera preferente a temperaturas de 20 - 15 50 °C y/o presiones de 500 - 7000 kPa(m).

Las aguas residuales del proceso parcialmente depuradas, en particular las que no se han sometido a separación, contienen cantidades significativas de 1,4-dioxano (v.Tab. 1 y 2). Puesto que el 1,4-dioxano prácticamente resulta no degradable biológicamente, no se alcanzan los bajos valores de vertido que a menudo se requieren después de la depuradora en lo que respecta a parámetros químicos totales tales como, por ej., DQO (demanda química de oxígeno) y COT (carbono orgánico total). Con la aplicación descrita de la ósmosis inversa y/o de la ultra/nanofiltración, una gran parte del 1,4-dioxano contenido en las aguas residuales del proceso se introduce de nuevo en el proceso de producción de PET y desde allí, a través de los gases de escape, se trata sin problemas en un proceso de depuración térmica o catalítica de los gases. El rechazo enriquecido en 1,4-dioxano se lleva a una depuradora, pudiéndose conseguir ahora con un equipamiento idéntico de la depuradora una calidad del desagüe notablemente mejorada en lo que respecta a los parámetros químicos totales, tales como por ejemplo DQO y COT. 20 25

Después de pasar por la ósmosis inversa y/o la ultra/nanofiltración, las aguas residuales del proceso parcialmente depuradas contienen de manera preferente los materiales y sus cantidades indicadas en la Tabla 3 (rechazo) y la Tabla 4 (permeado).

Tabla 3

<u>Aguas residuales del proceso parcialmente depuradas / Rechazo procedente de la ósmosis inversa:</u>		
Procedimiento con desorbedor:		
Flujo de material:	4 - 22 kg/t PET	
Agua con Etilenglicol:	3 - 10 %	
2-metil-1,3-dioxolano:	0,1 - 0,6 %	
	0,5 - 2 %	*)
Ácido acético:	0,05 - 0,2 %	**)
1,4-dioxano:	0,1 - 0,6 %	
Acetaldehído:	no relevante	
Temperatura:	20 - 40 °C	
Procedimiento sin desorbedor:		
Flujo de material:	4 - 2 kg/t PET	
Agua con Etilenglicol:	3 - 10 %	
2-metil-1,3-dioxolano:	3 - 10 %	
Ácido acético:	0,7 - 2 %	*)
	0,07 - 0,2 %	**)
1,4-dioxano:	0,5 - 0,8 %	
Acetaldehído:	no relevante	
Temperatura:	20 - 40 °C	
*) Usando acetato de antimonio como catalizador en el proceso de producción de PET		
**) Usando trióxido de antimonio como catalizador en el proceso de producción de PET		

Tabla 4

<u>Aguas residuales del proceso parcialmente depuradas / Permeado procedente de la ósmosis inversa:</u>		
Procedimiento con desorbedor:		
Flujo de material:	152 - 170 kg/t PET	
Agua con		
Etilenglicol:	0,05 - 0,15 %	
2-metil-1,3-dioxolano:	aprox. 0,005 %	
Ácido acético:	0,05 - 0,1 %	*)
	0,005 - 0,01 %	**)
1,4-dioxano:	0,002 - 0,006 %	
Acetaldehído:	no relevante	
Temperatura:	20 - 40 °C	
Procedimiento sin desorbedor:		
Flujo de material:	168 - 185,7 kg/t PET	
Agua con		
Etilenglicol:	0,05 - 0,15 %	
2-metil-1,3-dioxolano:	aprox. 0,07 %	
Ácido acético:	0,07 - 0,12 %	*)
	0,007 - 0,012 %	**)
1,4-dioxano:	0,002 - 0,006 %	
Acetaldehído:	no relevante	
Temperatura:	20 - 40 °C	
Derivación como aguas residuales para la depuración final en un proceso de depuración químico-biológica de aguas residuales.		
*) Usando acetato de antimonio como catalizador en el proceso de producción de PET		
**) Usando trióxido de antimonio como catalizador en el proceso de producción de PET		

Con el empleo de una ósmosis inversa hay que contar con los grados de retención indicados en la siguiente Tabla 5:

Tabla 5

<u>Grados de retención* de la ósmosis inversa para:</u>		
Etilenglicol:		75 - 85 %
2-Metil-1,3-dioxolano:		80 - 90 %
Ácido acético:		45- 55 %
1-4-Dioxano:		85 - 95 %
Acetaldehído:		no relevante
*) Procedimiento	con/sin	
desorbedor		

5

Por flujos del proceso de EGD deben entenderse en la presente solicitud todos los flujos del proceso contaminados en el proceso de producción de PET, que incluyen en esencia etilenglicol. Los EGD o flujos del proceso de EGD usados en el procedimiento de acuerdo con la invención presentan de manera preferente un contenido de etilenglicol de al menos el 30 % en peso, prefiriéndose un contenido de al menos el 60 % en peso y de manera especial de al menos el 90 % en peso. En el caso de los flujos del proceso de EGD usados se trata con preferencia de los flujos de másticos de los que consta el ciclo de etilenglicol de la policondensación previa, así como de flujos del proceso de EGD procedentes del sistema de vacío de la policondensación previa.

El EGD procedente de la policondensación previa contiene de manera preferente los materiales y sus cantidades indicadas en la Tabla 6.

15

Tabla 6

<u>Flujo de EGD*** de la policondensación previa en el recipiente colector de EGD:</u>	
Flujo de material:	90 - 110 kg/t PET
Etilenglicol con	
Agua:	3 - 7 %
2-metil-1,3-dioxolano:	0,2 - 0,7 %
Ácido acético:	aprox. 0,1 % *)
	aprox. 0,01 % **)
1,4-dioxano:	0,02 - 0,04 %
Acetaldehído:	no relevante
Temperatura:	35 - 60 °C
*) Usando acetato de antimonio como catalizador en el proceso de producción de PET	
**) Usando trióxido de antimonio como catalizador en el proceso de producción de PET	
***) Procedimiento con/sin desorbedor	

- 5 Puesto que el EGD o los flujos del proceso de EGD están presentes por lo general en forma líquida y las aguas residuales del proceso deben estar disponibles igualmente en forma líquida para su tratamiento en la unidad de ósmosis inversa, se prefiere mezclar en forma líquida el EGD y las aguas del proceso parcialmente depuradas. Sin embargo, también es imaginable una mezcla en la que tanto el EGD como también las aguas residuales del proceso parcialmente depuradas estén presentes en forma gaseosa, o una mezcla en la que uno de los componentes que hay que mezclar esté disponible total o parcialmente en forma gaseosa mientras que el otro sea total o parcialmente líquido.
- 10 Conforme a la presente invención, antes o durante la mezcla del EGD con las aguas residuales parcialmente depuradas hay previsto de manera preferente el reagrupamiento de dos o más flujos del proceso de EGD del proceso de producción de PET. En el reagrupamiento de los flujos del proceso de EGD se usa de manera preferente un recipiente colector de EGD como el que ya existe en la mayoría de las instalaciones según el estado actual de la técnica. Además, puede haber previstos uno o más recipientes en los que tiene lugar la mezcla del EGD con las aguas residuales del proceso parcialmente depuradas y la transformación del MDO. No obstante, de acuerdo con la invención se prefiere que la mezcla se produzca igualmente en el recipiente colector de EGD que, entre otras cosas, se completa con uno o varios conductos para las aguas residuales del proceso parcialmente depuradas. De esta manera no se necesita un recipiente aparte para la transformación del MDO, lo cual reduce el número de piezas necesarias en la instalación y se consigue con ello una reducción del coste de la inversión y de los gastos de operación. Puede haber previstos además elementos mezcladores que, por ejemplo, o bien se encuentran en el propio recipiente o están dispuestos por delante del mismo como elementos de mezcla estáticos. De manera correspondiente, en lugar de conductos separados para EGD y aguas residuales del proceso parcialmente depuradas el recipiente puede presentar también una o varias conducciones que conducen de forma conjunta EGD y aguas residuales del proceso parcialmente depuradas. El recipiente (uno o varios) está configurado con preferencia de tal modo que al menos el 20 % en peso, de manera preferente al menos el 40 % en peso, del MDO presente en el EGD alimentado y/o en las aguas residuales del proceso parcialmente depuradas que se han alimentado se puede disociar en etilenglicol y acetaldehído. De manera correspondiente, un procedimiento citado para la recuperación de etilenglicol se prefiere de manera especial cuando en el recipiente (uno o varios) el 20-80 % en peso, de manera preferente el 30-70 % en peso, de manera particularmente preferida el 40-60 % en peso, del MDO presente en el EGD alimentado y/o en las aguas residuales del proceso parcialmente depuradas que se han alimentado se puede disociar en etilenglicol y acetaldehído o, respectivamente, los índices de disociación de MDO en el recipiente alcanzan estos valores.
- 25 Además del procedimiento antes mencionado, la presente invención incluye también una instalación para la producción de PET con uno o varios reactores de esterificación y/o de transesterificación así como uno o varios dispositivos para la obtención de unas aguas residuales parcialmente depuradas mediante la separación de las impurezas presentes en las aguas residuales del proceso, en cuyo caso se trata de manera preferente de una columna de rectificación, presentando la instalación uno o más recipientes que presentan al menos un conducto para aguas residuales del proceso parcialmente depuradas así como al menos un conducto para un fluido que contiene MDO (de manera preferente un flujo del proceso de etilenglicol) y/o varios conductos para una mezcla de aguas residuales del proceso parcialmente depuradas y un fluido que contiene MDO.
- 35 Una instalación como la mencionada debe considerarse particularmente ventajosa si presenta un dispositivo de ósmosis inversa y/o un dispositivo de ultra/nanofiltración, que desde el punto de vista de la técnica del procedimiento se
- 40

dispone por delante del recipiente.

En estos casos la instalación presenta de manera preferente una o más conducciones que llevan de forma directa o indirecta al recipiente aquella parte de las aguas residuales del proceso parcialmente depuradas que se producen como rechazo en la unidad de ósmosis inversa y/o en la unidad de ultra/nanofiltración. La instalación presenta por consiguiente de manera preferente una o más conducciones, que discurren entre la unidad de ósmosis inversa y/o la unidad de ultra/nanofiltración y el recipiente.

La alimentación de las aguas residuales parcialmente depuradas en el recipiente se controla de manera preferente dependiendo del contenido de agua de la mezcla del recipiente, que de manera preferente se mide periódicamente. Si hay prevista una ósmosis inversa y/o una ultra/nanofiltración, también se puede controlar la presión de la unidad de ósmosis inversa y/o de la ultra/nanofiltración o el grado de concentración, respectivamente, dependiendo de la porción de agua en el recipiente, a fin de conseguir un mayor o menor enriquecimiento de etilenglicol y/o de ácido acético o un mayor o menor contenido de agua. También puede ser ventajoso controlar la intensidad de la separación de la columna del proceso dependiendo del contenido de agua en el recipiente, por ejemplo ajustando la relación de reflujo.

Una instalación como la que se ha descrito anteriormente resulta especialmente ventajosa si el volumen del recipiente está dimensionado de tal manera que el tiempo de permanencia asciende a 0,2-4 horas, de manera preferente a 0,5-3 horas, de manera especialmente preferente a 1-2 horas.

De esta manera se garantiza la degradación de una parte sustancial del MDO. El recipiente sirve al mismo tiempo de tampón para el EGD y/o las aguas residuales del proceso parcialmente depuradas. Por "tiempo de permanencia" debe entenderse el tiempo de permanencia del contenido del recipiente, es decir, de la mezcla de aguas residuales del proceso parcialmente depuradas y EGD.

Según otra forma de realización preferida, en el procedimiento o en la instalación antes indicados se realiza respectivamente la disociación del MDO en presencia de uno o de varios catalizadores, tratándose en el caso de los catalizadores de manera preferente de uno o varios de los siguientes: "ácidos alifáticos y aromáticos orgánicos, de manera preferente ácido acético".

Un procedimiento de este tipo resulta particularmente ventajoso si uno o varios de los ácidos contenidos en las aguas residuales del proceso, de manera preferente ácido acético, se concentran (preferiblemente por medio de ósmosis inversa) y se usan como catalizadores para la disociación del MDO.

Este es otro de los motivos por los que en el procedimiento de acuerdo con la invención se favorece la utilización de una ósmosis inversa y/o una ultra/nanofiltración. Por medio de la ósmosis inversa y/o de la ultra/nanofiltración no sólo se consigue concentrar el MDO en las aguas residuales del proceso y recuperar el etilenglicol sino también concentrar otras impurezas o componentes, en especial ácidos orgánicos tales como ácido acético. Éstos se mantienen así en el proceso y, por ejemplo, sirven como catalizadores en la disociación del MDO. Si la cantidad de catalizadores es demasiado pequeña, es concebible una adición desde el exterior. En el caso de los catalizadores se trata de manera preferente de aquellos materiales que en esencia no tienen una influencia negativa sobre los otros materiales que están en relación con la producción de PET y que, por lo tanto, pueden incorporarse al ciclo. Esto significa que los catalizadores, que se trata de modo particular de compuestos ácidos, pueden volver a incorporarse al recipiente a través de las aguas residuales del proceso parcialmente depuradas y/o de los flujos del proceso de EGD y por consiguiente pueden acelerar la disociación del MDO.

En el caso de la disociación del MDO se trata de una reacción de equilibrio. Conforme a ella, al aumentar la concentración de agua en la mezcla, el equilibrio químico se desplaza en dirección a los productos de disociación del MDO que son el etilenglicol y el acetaldehído. Dado que el agua que hay en la columna de procesamiento tiene que volver a evaporarse, resulta ventajoso mantener baja la porción de agua en la mezcla. La transformación del MDO en el recipiente tiene lugar, por lo tanto, de manera preferente en las condiciones que se indican en la Tabla 7. Se garantiza así por un lado la disociación de una parte sustancial del MDO y, por otro lado, se tiene con ello en cuenta el coste adicional en relación con la recuperación del agua.

Tabla 7

<p><u>Condiciones para la disociación del MDO en el recipiente colector de EGD*</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tiempo de permanencia: 0,5 – 3 h, con preferencia: 1- 2 h</li> <li>- Temperatura: 35 – 95 °C, con preferencia: 40 – 60 °C</li> <li>- Concentración de agua: <math>\geq</math> 10 %, con preferencia: 15 – 25 %</li> <li>- Concentración de ácido: <math>\geq</math> 0,1 – 1 %, con preferencia: 0,2 – 0,4 %</li> <li>- Derivación de los gases de escape: aspiración del acetaldehído formado, transporte a través de la conducción colectora de los gases de escape hacia el tratamiento térmico o catalítico de los gases de escape</li> <li>- Índice de disociación del MDO: 20 – 80 %, con preferencia: 40 – 60 %</li> </ul> <p>*) Procedimiento con/sin desorbedor</p>
--

5 Tal como se indica también en la Tabla 7, otra posibilidad de desplazar el equilibrio en la dirección del MDO consiste en aspirar acetaldehído del recipiente. Por lo tanto, de manera preferente la presión en este último se ajustará, y dado el caso se adaptará a las restantes condiciones (v. Tabla 7), de modo tal que se alcancen los índices de disociación citados en la Tabla 7.

En la Tabla 8 se representan las cantidades de etilenglicol recuperadas:

Tabla 8

<p><u>Índices de recuperación de etilenglicol:</u></p> <p>Usando una columna de procesamiento y un desorbedor:</p> <p>Índices de recuperación generales de etilenglicol:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- mediante ósmosis inversa (OI): 0,3 – 0,9 kg/t PET</li> <li>- mediante disociación de MDO: 0,1 – 0,5 kg/t PET</li> </ul> <p>Para las aguas residuales del proceso desorbidas y parcialmente depuradas rigen los siguientes índices de recuperación de etilenglicol:</p> <p><u>Índices de recuperación de etilenglicol:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Disociación OI + MDO: 0,5 – 1.3 kg/t PET</li> </ul> <p>Mediante la adaptación de los parámetros de servicio del sistema desorbedor existente a la ósmosis inversa/ disociación de MDO, se puede aumentar la recuperación de EG al menos a 1,5 kg/t.</p> <p>Al usar una columna de procesamiento sin empleo de un desorbedor:</p> <p>Índices de recuperación generales de etilenglicol:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- mediante OI: 0,6 – 1,0 kg/t PET</li> <li>- mediante disociación de MDO: 0,1 – 1,0 kg/t PET</li> </ul> <p>Para las aguas residuales del proceso sin separar y parcialmente depuradas rigen los siguientes índices de recuperación de etilenglicol:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- OI + disociación de MDO: 0,8 – 1,8 kg/t PET</li> </ul>
--

- 10 Un procedimiento como el mencionado con anterioridad tiene especial importancia cuando la mezcla de EGD y aguas residuales del proceso parcialmente depuradas presenta un contenido de agua de por lo menos el 10 % en peso, de manera preferente del 13 al 45 % en peso y de manera particularmente preferente del 15 - 25 % en peso. El flujo de entrada de EGD y aguas residuales del proceso parcialmente depuradas al recipiente se controla de manera preferente de modo tal que se alcance la proporción antes indicada de agua en la mezcla.
- 15 Si hay prevista una disociación de MO de aproximadamente el 50 %, entonces la mezcla de EGD y aguas residuales del proceso parcialmente depuradas contiene de manera preferente y en las cantidades indicadas los materiales reseñados en la Tabla 9. Se trata de manera preferente de aquel flujo del proceso que se devuelve al proceso de producción de PET.

Tabla 9

<u>Mezcla: flujo de EGD + aguas residuales del proceso parcialmente depuradas (rechazo) después de la disociación de MDO al 50 %</u>			
Procedimiento con desorbedor			
Flujo de material:	94 – 132 kg/t PET		
Etilenglicol con			
Agua:	10 – 20 %		
2-metil-1,3-dioxolano:	0,2 – 0,7 %		
Ácido acético:	0,1 – 0,3 %	0,01 – 0,03 %	*) **)
1,4-dioxano:	0,05 – 0,08 %		
Acetaldehído:	no relevante		
Temperatura:	35 – 60 °C		
Procedimiento sin desorbedor:			
Flujo de material:	94 – 132 kg/t PET		
Etilenglicol con			
Agua:	10 – 20 %		
2-metil-1,3-dioxolano:	0,3 – 0,8 %		
Ácido acético:	0,2 – 0,4 %		*)
	0,02 – 0,04 %		**)
1,4-dioxano:	0,08 – 0,12 %		
Acetaldehído:	no relevante		
Temperatura:	35 – 60 °C		
*) Usando acetato de antimonio como catalizador en el proceso de producción de PET			
**) Usando trióxido de antimonio como catalizador en el proceso de producción de PET			

5 Como ya se ha mencionado, la recuperación de las aguas residuales del proceso parcialmente depuradas en el proceso de producción de PET tiene lugar en forma de una mezcla con EGD. A este respecto, un procedimiento como el indicado con anterioridad resulta particularmente ventajoso si después de la disociación de al menos una parte del MDO, la mezcla (total o parcial) se vuelve a introducir en uno o varios puntos del proceso de producción de PET. De manera especialmente preferente está prevista una incorporación a una columna de procesamiento de la instalación de policondensación de PET y/o a una instalación de recuperación de etilenglicol.

10 Los flujos de materiales mencionados en la solicitud están en una relación de dependencia entre ellos y la decisión de cómo seleccionar su composición y otras características, depende del objetivo que se pretenda alcanzar. Se comprobó que son preferibles los flujos de materiales que en lo que respecta a su composición se encuentran en los intervalos de concentración como los indicados en las Tablas mostradas con anterioridad. Estos intervalos garantizan un índice de transformación del MDO que resulta particularmente ventajoso con respecto a la formación de etilenglicol y por razones económicas. No obstante, la invención no se limita a los valores indicados.

15 Descripción del dibujo:

La **Fig. 1** representa a modo de ejemplo un esquema del procedimiento que muestra los pasos de procedimiento, las partes del dispositivo y los flujos másicos relevantes o preferentes para la recuperación de etilenglicol en el proceso de producción de PET.

20 A continuación se explicará la invención a base de ejemplos, no limitándose naturalmente a estas formas de realización.

Los ejemplos de realización muestran la composición de los flujos másicos como los que pueden aparecer en una instalación de acuerdo con la invención para la producción de PET con una capacidad de 330 t/d. Como primera etapa de separación o dispositivo desorbedor, respectivamente, para las aguas residuales del proceso está prevista una columna de procesamiento. Tiene lugar, además, un enriquecimiento de etilenglicol por medio de ósmosis inversa.

25 Abreviaturas e indicaciones

- Con respecto a la designación de flujos másicos ("Flujo n<sup>o</sup>") se remite al esquema del procedimiento representado en la Fig. 1.
- La indicación "(\*)" significa que se usó acetato de amonio como catalizador en el proceso de producción de PET, mientras que "(\*\*)" indica el uso de trióxido de antimonio como catalizador en el proceso de producción de PET.

30

**Ejemplo 1:**

Las tablas siguientes muestran los flujos máscicos en un proceso de producción de PET, sometándose a una etapa de separación adicional (separación con aire) las aguas residuales del proceso después de haber pasado por una columna de procesamiento.

5

**Flujo 10** (Aguas residuales del proceso parcialmente depuradas tras desorbedor)

Flujo de material:	2400 kg/h
Agua con	
Etilenglicol:	0,4 %
2-metil-1,3-dioxolano:	0,03 %
Ácido acético:	0,15 % *)
1,4-dioxano:	0,03 %
Acetaldehído:	No relevante
Temperatura:	35 – 45 °C

**Flujo 14** (Aguas residuales del proceso parcialmente depuradas: rechazo procedente de la ósmosis inversa)

Flujo de material:	180 kg/h
Agua con	
Etilenglicol:	4,3 %
2-metil-1,3-dioxolano:	0,35 %
Ácido acético:	1 % *)
1,4-dioxano:	0,35 %
Acetaldehído:	No relevante
Temperatura:	30 – 40 °C

10

**Grados de rechazo de la ósmosis inversa para:**

Etilenglicol:	80 %
2-metil-1,3-dioxolano:	85 %
Ácido acético:	50 %
1,4-dioxano:	90 %
Acetaldehído:	No relevante

**Flujo 15** (Aguas residuales del proceso parcialmente depuradas: permeado procedente de la ósmosis inversa).

Flujo de material:	2220 kg/h
Agua con:	
Etilenglicol:	0,1 %
2-metil-1,3-dioxolano:	0,005 %
Ácido acético:	0,08 % *)
1,4-dioxano:	0,003 %
Acetaldehído:	No relevante
Temperatura:	30 – 40 °C
Derivación como aguas residuales para la depuración final en una depuración químico-biológica de las aguas residuales	

15 **Flujo 2** (EGD de la policondensación previa)

Flujo de material:	1375 kg/h
Agua con	
Etilenglicol:	5 %
2-metil-1,3-dioxolano:	0,45 %
Ácido acético:	0,1 % *)
1,4-dioxano:	0,03 %
Acetaldehído:	No relevante
Temperatura:	40 °C

**Condiciones para la disociación del MDO en el recipiente colector de EGD (1)**

- Tiempo de permanencia:	1,5 h
- Temperatura:	45 °C
- Concentración de agua:	15 %
- Concentración de ácido	0,2 %
- Derivación de los gases de escape: aspiración del acetaldehído formado, transporte a través de la conducción colectora de los gases de escape hacia el tratamiento térmico o catalítico de los gases de escape	
- Índice de disociación del MDO: 50 %	

**Flujo 4** (Flujo de EGD + rechazo, después de la disociación del MDO al 50 %)

Flujo de material:	1555 kg/h
Etilenglicol con agua:	15 %
2-metil-1,3-dioxolano:	0,2 %
Ácido acético:	0,2 % *)
1,4-dioxano:	0,065 %
Acetaldehído:	No relevante
Temperatura:	40 °C

**5 Índices de recuperación de EG**

EG libre adicional incorporado a la columna de procesamiento: 10,1 kg/h = 0,73 kg/t PET

El acetaldehído formado junto con el etilenglicol en la disociación del MDO se lleva en gran parte mediante la aireación del recipiente colector de EGD, a través de la conducción colectora de los gases de escape, a un proceso de depuración térmica o catalítica de los gases de escape.

**10 Ejemplo 2**

Las tablas siguientes muestran los flujos máxicos en un proceso de producción de PET en el que, a diferencia del procedimiento según el Ejemplo 1, las aguas residuales del proceso parcialmente depuradas no se separan después de pasar por la columna de procesamiento (5) y el condensador (6).

**15 Flujo 16** (Aguas residuales del proceso parcialmente depuradas después de la columna de procesamiento y el refrigerador)

Flujo de material:	2613 kg/h
Agua con etilenglicol:	0,5 %
2-metil-1,3-dioxolano:	0,45 %
Ácido acético:	0,18 % *)
1,4-dioxano:	0,05 %
Acetaldehído:	No relevante
Temperatura:	35 - 45 °C

**Flujo 14** (Aguas residuales del proceso parcialmente depuradas: rechazo procedente de la ósmosis inversa)

Flujo de material:	180 kg/h
Agua con etilenglicol:	5,8 %
2-metil-1,3-dioxolano:	5,5 %
Ácido acético:	1,3 % *)
1,4-dioxano:	0,65 %
Acetaldehído:	No relevante
Temperatura:	30 - 40 °C

**Grados de rechazo de la ósmosis inversa para:**

Etilenglicol:	80 %
2-metil-1,3-dioxolano:	85 %
Ácido acético:	50 %
1,4-dioxano:	90 %
Acetaldehído:	No relevante

**Flujo 15** (Aguas residuales del proceso parcialmente depuradas: permeado procedente de la ósmosis inversa)

Flujo de material:	2433 kg/h
Agua con:	
Etilenglicol:	0,1 %
2-metil-1,3-dioxolano:	0,07 %
Ácido acético:	0,095 % *)
1,4-dioxano:	0,004 %
Acetaldehído:	No relevante
Temperatura:	30 – 40 °C
Derivación como aguas residuales para la limpieza final en una depuración químico-biológica de las aguas residuales	

5 **Flujo 2** (EGD de la policondensación previa)

Flujo de material:	1375 kg/h
Etilenglicol con agua:	5 %
2-metil-1,3-dioxolano:	0,45 %
Ácido acético:	0,1 % *)
1,4-dioxano:	0,03 %
Acetaldehído:	No relevante
Temperatura:	40 °C

**Condiciones para la disociación del MDO en el recipiente colector de EGD (1)**

- Tiempo de permanencia:	1,5 h
- Temperatura:	45 °C
- Concentración de agua:	15 %
- Concentración de ácido:	0,2 %
- Derivación de los gases de escape: aspiración del acetaldehído formado, transporte a través de la conducción colectora de los gases de escape hacia el tratamiento térmico o catalítico de los gases de escape	
- Índice de disociación del MDO: 50 %	

**Flujo 4** (Flujo de EGD + rechazo, después de la disociación del MDO al 50 %)

Flujo de material:	1555 kg/h
Etilenglicol con agua:	15 %
2-metil-1,3-dioxolano:	0,5 %
Ácido acético:	0,24 % *)
1,4-dioxano:	0,1 %
Acetaldehído:	No relevante
Temperatura:	40 °C

10

**Grados de recuperación de EG**

EG libre adicional incorporado a la columna de procesamiento: 16,2 kg/h = aprox. 1,2 kg/t PET
---

El acetaldehído formado junto con el etilenglicol en la disociación del MDO se lleva en gran parte mediante la aireación del recipiente colector de EGD, a través de la conducción colectora de los gases de escape, a un proceso de depuración térmica o catalítica de los gases de escape.

**Lista de los números de referencia**

- 5
1. Recipiente / Recipiente colector de EGD
  2. (*Flujo 2*): EGD de la policondensación previa
  3. (*Flujo 3*): Gases de escape del recipiente
  4. (*Flujo 4*): EGD + rechazo procedente de la ósmosis inversa
  5. Columna de procesamiento
  6. Condensador
  7. Sistema de desorción
  8. (*Flujo 8*): Aire
  9. (*Flujo 9*): Gases de escape totales para tratamiento
  10. (*Flujo 10*): Aguas residuales del proceso parcialmente depuradas después del desorbedor
  11. Refrigerador
  12. Prefiltro
  13. Unidad de ósmosis inversa
  14. (*Flujo 14*): Aguas residuales del proceso parcialmente depuradas / Rechazo procedente de la ósmosis inversa
  15. (*Flujo 15*): Aguas residuales del proceso parcialmente depuradas / Permeado procedente de la ósmosis inversa
  16. (*Flujo 16*): Aguas residuales del proceso parcialmente depuradas después de la columna de procesamiento (forma de realización alternativa sin uso de un desorbedor)
  17. Conducción (para las aguas residuales del proceso en forma de vapores del proceso)
  18. Reactor de esterificación
  19. Preparación en pasta
  20. Conducciones (para monómeros)
  21. Reactor de policondensación (previa)
  22. Conducción (para polímero)
  23. Conducción (para vapores procedentes de la policondensación (previa))
  24. Dispositivo de vacío (incl.. condensador)
  25. Conducción (para gases de escape)

**REIVINDICACIONES**

1. Procedimiento para la recuperación de etilenglicol en el proceso de producción de PET por medio de una reacción de esterificación en la que se forman aguas residuales del proceso,
- 5 - sometiéndose las aguas residuales del proceso por lo menos a una etapa de separación, una rectificación, en la que se separan parcialmente las impurezas presentes en las aguas residuales del proceso y de esta manera se obtienen unas aguas residuales del proceso parcialmente depuradas,
- caracterizado porque al menos una parte de las aguas residuales del proceso parcialmente depuradas se mezcla con un fluido que contiene MDO, de manera preferente con unos o varios flujos del proceso de etilenglicol, en un recipiente situado por delante de la columna de rectificación y en este recipiente el MDO presente se disocia total o parcialmente
- 10 en etilenglicol y acetaldehído antes de que la mezcla se conduzca a la columna de rectificación.
2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque al menos una parte de las aguas residuales del proceso parcialmente depuradas se someten a una ósmosis inversa y/o una ultra/nanofiltración antes de la mezcla con el fluido que contiene MDO,
- usándose de manera preferente aquella parte de las aguas residuales del proceso que se produce en la ósmosis inversa y/o la ultra/nanofiltración por lo menos parcialmente para la mezcla con el fluido que contiene MDO.
- 15 3. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la disociación del MDO se realiza en presencia de uno o varios catalizadores,
- tratándose de manera preferente en el caso de los catalizadores de uno o varios de los siguientes: "ácidos orgánicos alifáticos y aromáticos, de manera preferente ácido acético".
- 20 4. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque uno o varios de los ácidos contenidos en las aguas residuales del proceso, de manera preferente ácido acético, se concentran por medio de ósmosis inversa y se usan como catalizadores para la disociación del MDO.
5. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la mezcla presenta un contenido de agua de como mínimo el 10 % en peso, de manera preferente del 13 al 45 % en peso, de manera especialmente preferente del 15 – 25 % en peso.
- 25 6. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque por lo menos una parte del 1,4-dioxano contenido en las aguas residuales del proceso se recupera en el proceso por medio de ósmosis inversa.
7. Instalación para la producción de PET con
- al menos un reactor de esterificación o de transesterificación así como
- 30 - al menos un dispositivo para la producción de unas aguas residuales del proceso parcialmente depuradas por medio de la separación de las impurezas presentes en las aguas residuales del proceso,
- tratándose éste de una columna de rectificación,
- caracterizado porque la instalación presenta un recipiente situado por delante de la columna de rectificación, en el que el MDO presente se disocia total o parcialmente en etilenglicol y acetaldehído antes de que la mezcla sea conducida a
- 35 la columna de rectificación, y que presenta
- uno o varios conductos para las aguas residuales del proceso parcialmente depuradas y
- uno o varios conductos para un fluido que contiene MDO, de manera preferente un fluido del proceso de etilenglicol,
- y/o uno o varios conductos para una mezcla de aguas residuales del proceso parcialmente depuradas y un fluido que contiene MDO.
- 40 8. Instalación de acuerdo con la reivindicación 7, caracterizada porque la instalación presenta un dispositivo de ósmosis inversa y/o un dispositivo de ultra/nanofiltración, que se encuentra dispuesto por delante del recipiente.
9. Instalación de acuerdo con la reivindicación 7 u 8, caracterizada porque el volumen del recipiente está dimensionado de tal modo que el tiempo de permanencia de una mezcla que contiene las aguas residuales del proceso parcialmente depuradas y el fluido que contiene MDO asciende a 0,2 – 4 horas, de manera preferente a 0,5 – 3 horas, de manera especialmente preferente a 1 – 2 horas.
- 45