

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 834 883**

51 Int. Cl.:

C09D 7/00 (2008.01)
B01D 47/00 (2006.01)
B03C 3/017 (2006.01)
B03C 3/16 (2006.01)
B05B 14/48 (2008.01)
B05B 14/42 (2008.01)
B05B 14/46 (2008.01)
B05B 14/462 (2008.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.09.2014** **E 18192156 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.11.2020** **EP 3447096**

54 Título: **Líquido de separación acuoso y proceso para eliminar el rociado excesivo de pintura de una cabina de pintura por aerosol**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
21.06.2021

73 Titular/es:

PPG INDUSTRIES OHIO, INC. (100.0%)
3800 West 143rd Street
Cleveland, OH 44111, US

72 Inventor/es:

KASCHA, DIETMAR;
SCHARRENBACH, FRANK y
HOFMANN, DÉSIRÉE

74 Agente/Representante:

FERNÁNDEZ POU, Felipe

ES 2 834 883 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

Líquido de separación acuoso y proceso para eliminar el rociado excesivo de pintura de una cabina de pintura por aerosol

La presente invención se refiere a un líquido de separación acuoso para capturar el rociado excesivo de pintura de una corriente de gas, a un proceso para eliminar el rociado excesivo de pintura de una cabina de pintura por aerosol que hace uso de dicho líquido de separación acuoso y a un método para pintar un sustrato usando el proceso para eliminar el rociado excesivo de pintura de una cabina de pintura por aerosol.

Antecedentes de la invención

Varios artículos comerciales tales como carrocerías de automóviles, estructuras navales y fuselajes de aviones, piezas de construcción y de maquinarias y muebles, se pintan con aerosol para la protección de las superficies, coloreado y otros propósitos. La pintura, la cual generalmente comprende sólidos, tal como disolventes y/o aglutinantes, se aplica, típicamente, de forma manual o automática al objeto a pintar en un área cerrada, es decir, una cabina de pintura por aerosol, para evitar la contaminación de la superficie del objeto que se está pintando y confinar la pintura en aerosol al interior de la cabina para proteger el medio ambiente y la salud de los trabajadores en el sitio. Generalmente, solo una porción de la pintura asperjada se transfiere al objeto que se está pintando. La otra porción de la pintura rociada, es decir, la parte que no se transfiere al objeto que se está pintando, comúnmente conocida como rociado excesivo, generalmente es arrastrada por una corriente de gas, tal como un flujo de aire forzado a través de la cabina a una unidad de separación, donde el rociado excesivo se elimina de la corriente de gas cargada con el rociado excesivo.

En pequeñas cabinas de pintado por aerosol, se utilizan, con frecuencia, filtros para eliminar las partículas de pintura de la corriente de gas. No obstante, tales unidades de separación en seco requieren, comparativamente, un mantenimiento intensivo y los filtros gastados deben desecharse, lo que aumenta los costes de operación. En sistemas a gran escala con un alto consumo de pintura, por ejemplo, líneas de pintura en la industria automotriz, se emplean principalmente unidades de separación húmeda tal como, por ejemplo, las descritas en DE 44 01 741 C2. Tales unidades de separación húmeda comprenden típicamente un canal de flujo de tipo embudo localizado por debajo del piso de rejilla del área de trabajo de la cabina. El líquido de separación se suministra continuamente en los bordes superiores del canal de flujo y fluye como una película continua bajo el efecto de la gravedad sobre las paredes del canal, capturando así una parte de las partículas del rociado excesivo de la corriente de gas, que es conducida hacia abajo por la estructura en forma de embudo. Por debajo de la estructura en forma de embudo se proporciona una boquilla, la cual provoca una mezcla intensa de la corriente de gas cargada de rociado excesivo con el líquido de separación en una zona turbulenta, eliminando así, sustancialmente, la porción restante de las partículas del rociado excesivo de la corriente de gas. Aunque puede lograrse un rendimiento de limpieza adecuado mediante tales sistemas convencionales de separación en húmedo, el consumo de energía para mantener la corriente de gas a alta velocidad es bastante alto debido a una significativa caída de presión en la boquilla. Además, la corriente de gas absorbe grandes cantidades de humedad debido a la intensa mezcla turbulenta con un líquido de separación acuoso, lo cual es desventajoso con respecto a una circulación deseable del gas, ya que requiere un ajuste previo intensivo en energía de la temperatura y el contenido de humedad del gas.

El documento WO 2010/025810 A1 detalla un sistema y un proceso los cuales no se basan en una mezcla turbulenta para la eliminación eficiente del rociado excesivo de pintura de la corriente de gas, sino que se basan más bien en el lavado electrostático. En la presente descripción, una corriente de aire cargada con el rociado excesivo se conduce, de manera descendente por ejemplo, a través de dos placas separadoras convergentes espaciadas y dispuestas en forma de V por debajo de la cabina de pintura por aerosol a un dispositivo electrostático de deposición húmeda para eliminar las partículas del rociado excesivo de la corriente de gas. Este dispositivo de deposición incluye múltiples unidades de deposición dispuestas en paralelo y verticalmente separadas entre sí, cada una de las cuales comprende dos láminas laterales rectangulares espaciadas en paralelo cuyos bordes superiores están conectados a través de una parte superior curvada que tiene una sección transversal semicircular con una ranura central. Un electrodo de rejilla cubierto en la parte superior por electrodos de alambre está dispuesto en lados paralelos entre cada par de unidades de deposición y está conectado a una fuente de alto voltaje para cargar los electrodos negativamente con respecto a las unidades de deposición, las cuales están conectadas a tierra. Las partículas de rociado excesivo arrastradas en la corriente de aire que se conduce hacia abajo en el espacio entre las unidades de deposición se ionizan a través de una descarga de corona en los electrodos de alambre. Las partículas de pintura cargadas negativamente resultantes se aceleran posteriormente por el gradiente de potencial en el campo eléctrico entre el respectivo electrodo de rejilla y las láminas laterales adyacentes de las unidades de deposición hacia las láminas cargadas positivamente. Se suministra un líquido de separación a través de la ranura en la parte superior de cada unidad de deposición a las hojas laterales verticales de la misma, donde este forma una película continua que fluye de manera descendente, la cual captura y elimina las partículas del rociado excesivo ionizadas atraídas de la corriente de aire. El líquido de separación se colecta en el fondo de las unidades de deposición para su posterior tratamiento para eliminar los componentes de la pintura y después puede ser devuelto a las unidades de deposición. Un sistema, el cual es un desarrollo adicional del sistema descrito en WO 2010/025810, está disponible comercialmente de EISENMANN Anlagenbau GmbH & Co. KG con el nombre E-Scrub. Debido a la ausencia de

obstáculos pronunciados en la trayectoria del flujo, la caída de presión en dicho sistema es comparativamente baja. De acuerdo con la información del fabricante, el sistema E-Scrub permite la eliminación eficiente del rociado excesivo de las corrientes de aire de las cabinas de pintura con hasta 95 % de recirculación de aire, requiriendo hasta 86 % menos de agua y permitiendo una reducción del consumo energético de hasta 75 % en comparación con las unidades convencionales de separación húmeda para cabinas de pintado por aerosol. No obstante, el sistema como funciona con líquidos de separación convencionales conocidos en la técnica, sigue siendo propenso a depósitos de pintura adheridos a las láminas de deposición, los cuales alteran localmente la humectación de la superficie de la lámina y afectan el campo eléctrico, y finalmente pueden causar un arco eléctrico. Por tanto, se requieren medios de construcción especiales tales como un elemento mecánico oscilante que provoque ondas en la película que fluye para mejorar la eficiencia del lavado y/o trabajos de mantenimiento relativamente frecuentes para evitar o eliminar los perturbadores depósitos de pintura para un funcionamiento estable del proceso.

Los líquidos de separación conocidos en la técnica para su uso en unidades de separación húmeda para la eliminación del rociado excesivo de pintura de una corriente de gas son, generalmente, a base de agua o de aceite. Por razones económicas y de seguridad, como líquido portador se prefiere el agua, en particular cuando se usa en unidades de separación húmeda que incluyen posibles fuentes de ignición tales como altos voltajes. Los líquidos acuosos de separación comprenden típicamente además uno o más de un disolvente orgánico soluble en agua que facilita la absorción y dispersión de las partículas del rociado excesivo. Para una humectación adecuada de las superficies de deposición, la tensión superficial del líquido se reduce, típicamente, además mediante el uso de uno o más tensioactivos, más comúnmente alcoxilatos de alcoholes grasos.

Además, como se describe, por ejemplo, en WO 2010/025810, los líquidos acuosos de separación pueden contener un agente antiadherente como silicatos, sales de Al, Zn, Fe, Ca o Zr, aminas o ciertos polímeros para eliminar la adhesividad de las partículas capturadas del rociado excesivo para evitar su adherencia a las láminas de deposición y la obstrucción de líneas, bombas y contenedores en el sistema de tratamiento y circulación.

Además, puede emplearse un espesante para aumentar la viscosidad del líquido para permitir la formación de una película coherente continua que fluye de manera descendente sobre estructuras de deposición fuertemente inclinadas o incluso verticales. Entre los espesantes empleados previamente para la formulación de líquidos acuosos de separación se encuentran, entre otros, derivados de la celulosa de alto peso molecular, tales como Natrosol 250 HHR, que tiene una viscosidad Brookfield en una solución acuosa al 1 % en peso de, aproximadamente, 3400 a 5500 mPas. De acuerdo con el entendimiento general, el alto peso molecular de estos compuestos los hace particularmente efectivos como espesantes, requiriendo por lo tanto pequeñas cantidades para ajustar el nivel de viscosidad deseado del líquido de separación.

No hay descripción en la técnica anterior sobre el empleo de derivados de celulosa de bajo peso molecular en líquidos acuosos de separación para la eliminación del rociado excesivo de pintura.

Los líquidos acuosos de separación convencionales tienen típicamente una viscosidad en términos de tiempo de flujo de salida medido de acuerdo con la ISO 2431 con una copa de flujo de 4 mm a 20 °C de más de 40 s. Tal viscosidad, marcadamente más alta que la viscosidad del agua, se considera útil para obtener una película coherente sustancialmente continua que fluye sobre las superficies fuertemente inclinadas y proporciona suficiente cohesión para evitar la deshumectación local o el desprendimiento de gotas, por ejemplo, en defectos locales o bordes en la trayectoria de flujo del líquido. Debido a su viscosidad sustancial, estos líquidos acuosos de separación convencionales se utilizan en unidades de separación húmeda a velocidades de flujo comparativamente bajas, típicamente de aproximadamente 2 L/(m²-min) o menos. Sin embargo, tanto la desaireación del líquido tal como los métodos industriales estándar rentables para la separación de los componentes de la pintura del líquido de separación usado, tal como las técnicas basadas en centrifugación, se vuelven cada vez más difíciles de realizar cuanto mayor es la viscosidad del líquido de separación.

Además, es difícil conseguir la uniformidad deseable de la película deseable, por ejemplo, la formación de descuelgues a estos niveles de viscosidad.

En EP 2365 037 A1 se proponen líquidos acuosos de separación, que tienen una viscosidad significativamente menor que comprenden al menos 49,95 % en peso de agua, al menos un tensioactivo no iónico y de 5 a 50 % en peso de un componente orgánico soporte soluble en agua de la película seleccionado a partir de ciertos polioles monoméricos o poliméricos. En la presente descripción, la viscosidad puede ajustarse mediante la adición de un espesante celulósico de alto peso molecular, tal como Tylose 100 000 YP2, el cual se usa en todos los Ejemplos. Tales líquidos acuosos de separación de baja viscosidad son compatibles con los métodos industriales estándar para la separación de los componentes de la pintura y permiten formar películas uniformes de flujo continuo que tienen un grosor de película tan bajo como 50 pm o menos sobre estructuras de deposición fuertemente inclinadas o incluso verticales a velocidades de flujo convencionales. De acuerdo con el documento EP 2 365 037 A1, los bajos grosores de película se ven como una ventaja particular porque corresponden a una reducción en la cantidad de líquido de separación a circular, ahorrando así energía. Sin embargo, deben evitarse las turbulencias en la corriente de gas a alta velocidad y las distorsiones para mantener tales películas delgadas continuas y uniformes y evitar una deshumectación local de las superficies de deposición. Además, para grosores de película tan bajos existe el riesgo

de que algunas partículas del rociado excesivo que chocan, en particular aquellas de gran tamaño y/o alta energía de impacto, puedan penetrar a través de la película líquida y contactar con la lámina desnuda de deposición subyacente y adherirse a la misma. La falta de cohesión del líquido impide, por otro lado, aumentar sustancialmente el grosor de la película, dado que a los correspondientes caudales más altos se produce un desprendimiento de gotitas debido a la inercia en las discontinuidades sobre la trayectoria del flujo. En consecuencia, se observó que las películas que fluyen de los líquidos acuosos de separación conocidos a partir del documento EP 2 365 037 A1, las cuales pueden ser uniformes, lisos y continuos sobre las láminas inclinadas y planas de deposición, tienden a volverse no uniformes en grosor, a romperse y/o forman gotitas en los bordes, elementos claramente curvados y defectos estructurales locales en la trayectoria del flujo. La presencia de bordes y elementos curvados de las partes estructurales en contacto con el líquido de separación es común en el diseño de unidades de separación húmeda debido a requisitos tales como confinar y/o dirigir la corriente de gas o la aplicación efectiva del líquido de separación a las estructuras de deposición desde un depósito de líquido. Con los líquidos acuosos de separación conocidos de la técnica anterior, pueden aparecer áreas insuficientemente humedecidas o parcialmente no humedecidas en las láminas de deposición, de modo que las partículas de pintura que afectan desde la corriente de gas pueden adherirse a estas superficies, conduciendo a una posible incrustación de la superficie, lo cual hace que sea prácticamente imposible retener una película continua en estas superficies, lo que requiere un trabajo de mantenimiento para eliminar la pintura incrustante adherida. Estos efectos perjudiciales son incluso más pronunciados en las unidades de separación electrostática húmeda, dado que cualquier depósito de pintura, tal como películas con un grosor significativamente no uniforme, por ejemplo, debido a la formación de descuelgues, afectarán significativamente el campo eléctrico. Además, las gotas que se desprenden de la película que fluye del líquido de separación, por ejemplo, en los bordes, pueden provocar un arco eléctrico en el campo eléctrico de alto voltaje.

Sería deseable evitar estos efectos desventajosos en aras de un funcionamiento más estable, fiable y libre de mantenimiento de las unidades de separación húmeda.

Además, una eliminación eficaz de los componentes de pintura capturados a partir de los líquidos de separación de la técnica anterior requiere, típicamente, al menos en el caso de pinturas a base de agua el uso de floculantes. Estos costosos agentes auxiliares se consumen tras la eliminación de la pintura y, por lo tanto, deben reponerse si se hace circular el líquido de separación. Además, el uso de floculantes está asociado con el riesgo de una eliminación indeseable de componentes funcionales tales como agentes antiadherentes o tensioactivos del líquido de separación acuoso conjuntamente con la pintura, lo que provoca la necesidad de controlar y, si se requiere, ajustar la composición del líquido de separación, en aras de un rendimiento operativo estable, cuando se recicla el líquido.

Además, muchos líquidos acuosos de separación para la eliminación del rociado excesivo de pintura desde una corriente de gas conocidos de la técnica anterior exhiben una tendencia inherente no deseada a la formación de espuma. Por tanto, la supresión de la formación de espuma requiere, regularmente, la adición de agentes antiespumantes, los cuales, sin embargo, pueden interactuar con otros componentes del líquido de separación de manera adversa afectando, por ejemplo, la formación de la película y aumentando los costos del proceso. Por lo tanto, sería una ventaja si el líquido de separación es menos propenso a formar espuma o, idealmente, no produce ninguna formación de espuma.

En consecuencia, el objeto de la presente invención es proporcionar un líquido de separación acuoso que exhiba características de flujo mejoradas que permita formar y mantener películas coherentes, sustancialmente uniformes y de flujo continuo con una estructura de superficie lisa u ondulada, sin la formación de descuelgues, en superficies fuertemente inclinadas y/o estructuras de deposición verticales incluso cuando se exponen a una corriente de gas a alta velocidad cargada con partículas que afectan y cuando hay bordes, elementos claramente curvados y/o defectos locales dentro de la trayectoria del flujo, evitando en particular la rotura de la película y/o la formación de gotitas. Tal líquido de deposición debe ser adecuado para su uso en unidades de separación electrostática húmeda, permitir capturar efectivamente el rociado excesivo de pintura desde diferentes fuentes, como composiciones de pintura a base de agua, tal como composiciones de pintura a base de disolvente sin que los depósitos de pintura se adhieran a las estructuras de deposición y permitir una fácil eliminación de los componentes de pintura capturados del líquido de separación por métodos industriales establecidos, preferiblemente sin la necesidad de floculantes. Preferiblemente, el líquido de separación debería tener poca o ninguna propensión inherente a la formación de espuma y permitir una fácil desgasificación.

Otro objeto de la presente invención es proporcionar un proceso eficiente para eliminar el rociado excesivo de pintura desde una cabina de pintura por aerosol que tenga un bajo consumo de energía y permita una alta relación de reciclaje de todas las corrientes de transporte usadas en el proceso, y que permita una operación estable, segura y confiable sin, o con mínimo, mantenimiento durante un período prolongado.

Resumen de la invención

Estos objetivos se han logrado mediante un líquido de separación acuoso para capturar el rociado excesivo de pintura de una corriente de gas que comprende:

- a) al menos 49,9 % en peso de agua, basado en el peso total del líquido de separación acuoso,

b) de 5 a 50 % en peso de al menos un poliol orgánico soluble en agua, basado en el peso total del líquido de separación acuoso, y

5 c) al menos éter de hidroxialquilcelulosa con una viscosidad de menos de 200 mPas medida con un Visco Tester VT5 usando un husillo R2 a una velocidad de rotación de 60 rpm y una temperatura de 20 °C para una solución al 1 % en peso del derivado de celulosa en agua, basado en el peso total de la solución,

en el que los componentes b) y c) son diferentes entre sí.

10 Un aspecto adicional de la presente invención es un proceso para eliminar el rociado excesivo de pintura de una cabina de pintura por aerosol que comprende:

15 i) dirigir una corriente de gas a través de una cabina de pintura por aerosol;

ii) poner en contacto el rociado excesivo de pintura con la corriente de gas que fluye a través de la cabina de pintura por aerosol, formando así una corriente de gas cargada del rociado excesivo que contiene partículas de pintura y/o gotas dispersas en la misma,

20 iii) formar una película líquida que fluye, sustancialmente continua, del líquido de separación acuoso mencionado anteriormente de acuerdo con la presente invención sobre al menos una superficie que define al menos una parte de la trayectoria del flujo de la corriente de gas cargada con el rociado excesivo,

25 iv) poner en contacto la corriente de gas cargada de rociado excesivo con dicha película líquida, transfiriendo así partículas de pintura y/o gotas de la corriente de gas cargada de rociado excesivo al líquido de separación para formar un líquido de separación cargado de pintura; y

v) eliminar el líquido de separación cargado de pintura y la corriente de gas que tiene una carga reducida de rociado excesivo.

30 Además, la presente invención está relacionada con un método para pintar un sustrato que comprende:

– rociar una pintura sobre un sustrato en una cabina de pintura por aerosol, obteniendo así un sustrato pintado y un rociado excesivo de pintura; y

35 – eliminar el rociado excesivo de pintura con el proceso mencionado anteriormente para eliminar el rociado excesivo de pintura de una cabina de pintura por aerosol.

La presente invención se basa en particular en el descubrimiento sorprendente de que pueden obtenerse líquidos con propiedades de captura de pintura y características de flujo muy favorables para el uso eficiente como líquidos de separación en depuradores húmedos para eliminar el rociado excesivo de pintura de una corriente de gas de una cabina de pintura por aerosol, si el líquido comprende un derivado de celulosa de bajo peso molecular, especialmente cuando se usa en combinación con un componente poliol orgánico distinto soluble en agua. Como es común en la técnica, la viscosidad de una solución acuosa de concentración definida puede usarse como una medida del peso molecular de un derivado de celulosa. En el contexto de la presente invención, “derivado de celulosa de bajo peso molecular” o términos similares significan un derivado de celulosa que tiene una viscosidad de menos de 200 mPas, preferiblemente incluso menor como se establece a continuación, medida con un Visco Tester VT5 usando un husillo R2 a una velocidad de rotación de 60 rpm y una temperatura de 20 °C para una solución al 1 % en peso del derivado de celulosa en agua, basado en el peso total de la solución. Con los líquidos acuosos de separación de acuerdo con la presente invención es posible formar películas coherentes sustancialmente uniformes, que fluyen continuamente con una estructura lisa u ondulada y sin descuelgues en estructuras de deposición vertical y/o fuertemente inclinadas, las cuales permanecen estables e intactas incluso tras la exposición a un corriente de gas de alta velocidad cargada con partículas que afectan y cuando hay bordes, elementos claramente curvados y/o defectos locales dentro de la trayectoria de flujo del líquido. En particular, puede evitarse así una rotura de la película, la deshumectación de la superficie de deposición subyacente y la formación de gotitas en los bordes, elementos claramente curvados y defectos locales dentro de la trayectoria del flujo. Estas características de flujo también pueden obtenerse con velocidades de flujo comparativamente altas, por ejemplo, en el intervalo de 3 a 15 L/(m²-min) o incluso más altos. Sin pretender estar vinculado a ninguna teoría, los inventores de la presente invención creen que las anteriores propiedades reológicas favorables se deben a un comportamiento menos pseudoplástico de las soluciones acuosas de los derivados de celulosa de bajo peso molecular en comparación con los derivados de celulosa análogos de peso molecular sustancialmente más alto, que se utilizan convencionalmente como espesantes. Aparentemente, los derivados de celulosa de bajo peso molecular proporcionan suficiente cohesión para que se puedan formar y mantener películas coherentes de flujo continuo de grosor sustancialmente uniforme sin descuelgues, incluso en exigentes condiciones de flujo, como altas velocidades de flujo, flujo sobre los bordes y bajo el impacto de una corriente de gas a alta velocidad, sin, por ejemplo, rotura o desprendimiento de gotas. Además, se ha descubierto inesperadamente que la combinación de un derivado de celulosa de peso

molecular adecuadamente bajo y un poliol orgánico distinto soluble en agua puede proporcionar una humectación adecuada de las superficies de deposición por el líquido de separación acuoso sin necesidad de adicionar un tensioactivo.

Debido a las anteriores propiedades reológicas únicas, los líquidos acuosos de separación de acuerdo con la presente invención permiten una operación estable, segura y confiable del proceso anterior para eliminar el rociado excesivo de pintura desde una cabina de pintura por aerosol con mínimo o ningún mantenimiento durante un período prolongado. Las altas velocidades de flujo alcanzables proporcionan películas fluidas comparativamente gruesas que aumentan la barrera para que las partículas de pintura que afectan no penetren a través de la película hasta la superficie subyacente. Por tanto, los depósitos de pintura que se adhieren a las superficies de deposición pueden evitarse de forma más efectiva. Los líquidos de separación de acuerdo con la presente invención resultaron adecuados para su uso en diferentes tipos existentes de unidades de separación húmeda que incluyen depuradores electrostáticos y para permitir la eliminación eficiente de partículas del rociado excesivo desde diferentes fuentes de pintura, incluidas formulaciones de pintura a base de agua y a base de disolvente. Debido a las viscosidades comparativamente bajas del líquido, los componentes capturados de la pintura pueden eliminarse fácilmente mediante técnicas industriales estándar como la centrifugación. Además, el proceso de acuerdo con la presente invención no se basa necesariamente en la mezcla turbulenta de la corriente de gas cargada con el rociado excesivo con el líquido de separación, lo cual significa que puede evitarse la acumulación extensa de humedad en la corriente de gas, simplificando así la purificación y el tratamiento de la corriente de gas obtenida después de la eliminación de las partículas. En consecuencia, el proceso de acuerdo con la presente invención puede operarse con una alta relación de reciclado de todas las corrientes portadoras, es decir, corriente de gas y líquido de separación acuoso, y con bajo consumo de energía.

El contenido de la presente invención se define por las reivindicaciones 1-15 anexas. Las realizaciones descritas en este documento que no están cubiertas por las reivindicaciones simplemente sirven para ilustrar el contexto técnico de la presente invención.

Descripción detallada de la presente invención

Como se mencionó anteriormente, el líquido de separación de acuerdo con la presente invención es acuoso y comprende, al menos, el 49,9 % en peso de agua, basado en el peso total del líquido de separación. Preferiblemente, el líquido de separación comprende al menos 60 % en peso, más preferiblemente al menos 70 % en peso o más de 75 % en peso, o en algunas realizaciones al menos 80 % en peso de agua, basado en el peso total del líquido de separación. El agua como fluido portador básico es atractivo por razones de costo así como por razones de seguridad, especialmente cuando se usa en conexión con una unidad de separación húmeda electrostática. Es preferible que el líquido de separación comprenda solo un mínimo de, por ejemplo, menos de 1 % en peso o menos de 0,1 % en peso, de compuestos orgánicos volátiles (COV), basado en el peso total del líquido de separación. En este documento, el término "compuesto orgánico volátil" significará cualquier compuesto orgánico que tenga, a 20 °C y bajo presión atmosférica estándar (101,3 kPa), una presión de vapor de 10 Pa o más. Tales compuestos orgánicos volátiles no son deseables desde el punto de vista de la emisión y desde el punto de vista de la seguridad, ya que pueden formar composiciones inflamables, especialmente en combinación con el lavado electrostático de alto voltaje. Preferiblemente, el líquido está, por tanto, sustancialmente libre de compuestos orgánicos volátiles o está completamente libre de compuestos orgánicos volátiles. En este documento, el término "sustancialmente libre" significará que la cantidad de COV posiblemente presente es tan pequeña que no afecta de manera perceptible las propiedades del líquido de separación para la aplicación prevista de una manera adversa, mientras que el término "completamente libre" debe ser interpretado para incluir la presencia de trazas de COV inevitablemente presentes.

El líquido de separación acuoso comprende además al menos un poliol orgánico soluble en agua. En el contexto de la presente invención, "soluble en agua" significa que el poliol respectivo se disuelve en agua en una cantidad de al menos 50 g/L, preferiblemente de al menos 100 g/L, o de al menos 200 g/L, o de al menos 400 g/L a 20 °C. El poliol que se va a utilizar de acuerdo con la presente invención es preferentemente un compuesto orgánico que tiene una presión de vapor de menos de 10 Pa, preferentemente menos de 1 Pa, más preferentemente menos de 0,5 Pa, y más preferentemente menos de 0,1 Pa a 20 °C bajo presión atmosférica estándar (101,3 kPa). El componente poliol del líquido de separación de acuerdo con la presente invención puede seleccionarse entre polioles monoméricos o polioles poliméricos. Los polioles monoméricos adecuados incluyen, por ejemplo, etilenglicol, propilenglicol, glicerol o pentaeritritol. Son preferibles los polioles monoméricos que tienen, al menos, tres grupos hidroxilo por molécula.

Los polioles poliméricos adecuados incluyen, por ejemplo, polietilenglicoles), polipropilenglicoles), mezclas de poli(etilen) (propilen) glicoles), poliésteres de polioles, polioles acrílicos, alcoholes polivinílicos y polioles de poliuretano. Son preferibles los polioles poliméricos que tienen un peso molecular promedio en número (M_n) en el intervalo de 200 a 3000, o de 200 a 2000, o de 300 a 1500, o de 300 a 1000, medido por cromatografía de permeación en gel usando patrones de calibración de poliestireno. En una realización particularmente preferida, el poliol orgánico soluble en agua se selecciona entre glicerol y poli (etilenglicoles). Se encontró que los derivados eterificados de los compuestos de poliol mencionados anteriormente tales como monoalquiléteres de dichos alquilenglicoles o poli (alquilenglicoles) eran típicamente menos efectivos y, en consecuencia, preferiblemente no se

usan en el líquido de separación de acuerdo con la presente invención.

El componente de poliol reduce la polaridad del líquido de separación a base de agua y disminuye la tensión superficial mejorando de ese modo sus capacidades de humectación y ayuda a la incorporación y dispersión de partículas del rociado excesivo que afectan el líquido de separación. Ayuda a mantener húmedas las superficies de deposición y a mantener una capa protectora superficial sobre las mismas, desde la cual las partículas de pintura pueden lavarse fácilmente.

La cantidad del componente de poliol orgánico soluble en agua en el líquido de separación acuoso de acuerdo con la presente invención depende del compuesto o compuestos específicos seleccionados y qué otros componentes están presentes en el líquido de separación y, por lo tanto, puede variarse en el intervalo de 5 a 50 % en peso basado en el peso total del líquido. El líquido de separación puede comprender, por ejemplo, de al menos un poliol orgánico soluble en agua en una cantidad en el intervalo de 7 % en peso, preferiblemente de 8 % en peso, más preferiblemente de 10 % en peso, a 40 % en peso, preferiblemente 30 % en peso, más preferiblemente 25 % en peso, lo más preferiblemente 20 % en peso, basado en el peso total del líquido. Si se usa en una cantidad por debajo del 5 % en peso, las capacidades de humectación y dispersión pueden ya no ser suficientes para producir películas coherentes de flujo continuo y para proporcionar la incorporación apropiada de las partículas de rociado excesivo que afectan. Además, la capa protectora de las superficies de depósito puede verse afectada. En cantidades del componente de poliol superiores al 50 % en peso, las partículas de rociado excesivo que se han capturado de una corriente de gas cargado de rociado excesivo podrían disolverse en lugar de dispersarse en el líquido de separación, lo cual complica la posterior eliminación de los componentes de la pintura del líquido.

El líquido de separación acuoso de acuerdo con la presente invención comprende, además, al menos un derivado de celulosa de bajo peso molecular. Como se señaló anteriormente, la viscosidad de una solución acuosa del derivado de celulosa, determinada en condiciones específicas, se usa en la presente descripción como una medida del peso molecular como es común en la técnica. El derivado de celulosa usado en el líquido de separación de acuerdo con la presente invención tiene por tanto una viscosidad de menos de 200 mPas, preferiblemente menos de 100 mPa·s, más preferiblemente menos de 50 mPas, lo más preferiblemente menos de 30 mPas, medido con un Visco Tester VT5 usando un husillo R2 a una velocidad de rotación de 60 rpm y una temperatura de 20 °C para una solución al 1 % en peso del derivado de celulosa en agua, basado en el peso total de la solución. Normalmente, la viscosidad del derivado de celulosa como se define anteriormente está en un intervalo de 10 mPa·s o de 20 mPa·s a de menos de 200 mPa·s, preferiblemente menos de 100 mPa·s, más preferiblemente menos de 50 mPa·s, lo más preferiblemente menos de 30 mPa·s. Tal derivado de celulosa actúa como modificador reológico, el cual en comparación con los derivados de celulosa análogos de mayor peso molecular que se han utilizado como espesantes en líquidos acuosos de separación de la técnica anterior, permite formar películas estables, sustancialmente uniformes, coherentes y de flujo continuo sin descuelgues sobre estructuras de deposición fuertemente inclinadas y/o verticales, las cuales permanecen intactas cuando se exponen a una corriente de gas de alta velocidad cargada con partículas incidentes y cuando los bordes, elementos claramente curvados y/o defectos locales están dentro de la trayectoria del flujo, evitando así efectos indeseables tales como la formación de gotas o la deshumectación de la superficie de deposición. Como se discutió anteriormente, los inventores de la presente invención creen, sin pretender vincularse a ninguna teoría, que estas propiedades de flujo favorables del líquido de separación se originan, al menos, en parte, de un comportamiento menos pseudoplástico de dichos derivados de celulosa de bajo peso molecular en comparación con compuestos análogos de mayor peso molecular. Además, se contempla que una posible degradación de la cadena carbonada celulósica tenga menos efecto sobre las características de flujo si el peso molecular ya es inicialmente bajo contribuyendo así a propiedades reológicas más estables del líquido. El uso de un derivado de celulosa de bajo peso molecular como se describió en la presente descripción como modificador reológico en líquidos para eliminar el rociado excesivo de pintura de una corriente de gas es novedoso y también forma parte de la presente invención.

Los derivados de celulosa de bajo peso molecular adecuados para su uso en el líquido de separación acuoso de acuerdo con la presente descripción pueden ser cualquier compuesto que tenga una cadena carbonada de celulosa, es decir, una estructura de unidades de D-glucopiranosas conectadas por enlaces glicosídicos (β -1,4), en donde al menos una parte de los grupos hidroxilo en la posición 2-, 3- y/o 6- de las unidades de repetición de glucopiranosas están modificados químicamente. El derivado de celulosa puede seleccionarse, por ejemplo, de materiales de éteres de celulosa, materiales de ésteres de celulosa y materiales mixtos de ésteres y éteres de celulosa, en donde, al menos, una parte de los grupos hidroxilo en la posición 2-, 3- y/o 6- de las unidades repetidas de glucopiranosas de la cadena carbonada de celulosa están sustituidos por grupos alcoxi, que opcionalmente pueden tener uno o más grupos funcionales tales como grupo(s) hidroxilo, y/o están esterificados por un ácido orgánico o un ácido inorgánico. El derivado de celulosa puede seleccionarse, por ejemplo, de metilcelulosa, etilcelulosa, hidroxietilcelulosa, hidroxipropilcelulosa, metilhidroxietilcelulosa, metilhidroxipropilcelulosa, metil etilcelulosa, hidroxipropilcelulosa, carboximetilcelulosa, triacetilcelulosa y propionato de acetato de celulosa, sin estar limitado a los mismos. Preferiblemente, el derivado de celulosa de bajo peso molecular es un éter de celulosa, de los cuáles se consideran particularmente útiles los materiales de éteres de hidroxialquil celulosa tales como hidroxietilcelulosa debido a su naturaleza hidrofílica y su baja propensión inherente a la formación de espuma. De acuerdo con la presente invención, se utilizan éteres de hidroxialquil celulosa en los líquidos acuosos de separación acuosos.

Tales derivados adecuados de celulosa de bajo peso molecular anteriormente mencionados en la presente invención están disponibles comercialmente, por ejemplo, de The Dow Chemical Company, Midland o Shin-Etsu, Japón y pueden prepararse como se describe, por ejemplo, en "Comprehensive cellulose chemistry", volumen 2, Wiley-VCH 2001. Los éteres de celulosa se obtienen típicamente, por ejemplo, tratando la materia prima de celulosa con una solución acuosa de NaOH o KOH para formar celulosa alcalina soluble en agua, la cual, posteriormente, se hace reaccionar con uno o más agentes de eterificación tales como haluros de alquilo tal como cloruro de metilo y/o epóxidos tales como óxido de etileno u óxido de propileno, neutralización del material resultante de éter de celulosa con un ácido y purificación del producto. En la presente descripción es posible obtener un derivado de celulosa con el grado de sustitución deseado, el cual determina, entre otras cosas, la hidrofiliicidad y solubilidad en agua, ajustando, en consecuencia, la relación equivalente del agente de eterificación a la celulosa alcalina. Los éteres de celulosa utilizados en el líquido de separación acuoso de la presente invención como derivado de celulosa de bajo peso molecular pueden, por ejemplo, tener un grado de sustitución molar, es decir, el número promedio de moléculas adicionadas del agente de eterificación por unidad de repetición de glucopiranosas, en el intervalo de 0,1 a 3,0 tal como de 1,0 a 2,9, o de 1,5 a 2,7, o de 2,0 a 2,5. En una realización particularmente preferida, el derivado de celulosa es una hidroxietilcelulosa que tiene un grado de sustitución molar en el intervalo de 2,0 a 2,5. En general, es preferible que el derivado de celulosa utilizado en el líquido de separación acuoso de acuerdo con la presente invención sea soluble en agua, es decir, se disuelva en agua en una cantidad de, al menos, 50 g/L, preferiblemente al menos de 100 g/L, o al menos de 200 g/L, o al menos de 400 g/L a 20 °C. El peso molecular puede ajustarse sometiendo la materia prima de celulosa o el derivado de celulosa obtenido de la misma a una despolimerización, por ejemplo, mediante hidrólisis catalizada por ácido hasta que se obtenga el peso molecular deseado. Los procesos adecuados para la despolimerización de celulosa se describen, por ejemplo, en las patentes de Estados Unidos 1,679,943; 2,413,802; 2001/0020090 A1 y EP 0210917 A2.

La cantidad en la cual al menos un derivado de celulosa de bajo peso molecular está comprendido en el líquido de separación depende, entre otras cosas, de la viscosidad específica del líquido. El líquido de separación típicamente comprende dicho componente derivado de celulosa en una cantidad en el intervalo de 0,1 % en peso, preferiblemente de 0,3 % en peso, más preferiblemente de 0,5 % en peso, lo más preferiblemente de 1 % en peso, a 10 % en peso, preferiblemente a 7 % en peso, más preferiblemente a 5 % en peso, lo más preferiblemente a 3 % en peso, basado en el peso total del líquido. La cantidad de derivado de celulosa requerida para obtener un líquido de cierta viscosidad es generalmente más alta para los derivados de celulosa de bajo peso molecular en comparación con sus análogos de mayor peso molecular, sin embargo, este inconveniente está más que compensado por las propiedades superiores del líquido de separación anteriormente discutidas conferidas por los derivados de celulosa de bajo peso molecular, especialmente cuando se usan en combinación con el componente de poliol orgánico soluble en agua.

La viscosidad del líquido de separación acuoso de acuerdo con la presente invención puede ajustarse en un amplio intervalo. Normalmente, el líquido de separación acuoso de acuerdo con la presente invención tiene una viscosidad en términos de tiempo de flujo de salida en el intervalo de 11 s a 50 s medido de acuerdo con la ISO 2431:2011 (abreviado en la presente descripción como ISO 2431) usando una copa de flujo de 4 mm a 20 °C. La ISO 2431 describe que el estándar de medición es adecuado para medir viscosidades de líquidos que muestran un tiempo de flujo de salida de al menos 30 s. Sin embargo, los inventores se percataron de que en el intervalo de 10 s a 30 s todavía puede lograrse una reproducibilidad muy alta, lo cual confirma que, contrariamente a la recomendación de la norma ISO 2431, también pueden medirse, de manera confiable, líquidos que tienen un tiempo de flujo de salida entre 10 s y 30 s usando una copa de flujo de 4 mm. Preferiblemente, la viscosidad del líquido de separación acuoso de acuerdo con la presente invención en términos de tiempo de flujo de salida de flujo medido de acuerdo con ISO 2431 usando una copa de flujo de 4 mm a 20 °C está en el intervalo de 15 s a 40 s, más preferiblemente de 18 s a 30 s, como unos 25 s. En consecuencia, el líquido de separación acuoso de acuerdo con la presente invención puede tener una viscosidad que sea suficientemente baja para permitir una fácil separación de los componentes de la pintura usando tecnología estándar como sedimentación, flotación y, en particular, centrifugación, por ejemplo, mediante un decantador industrial y permite la formación de una película coherente que fluye continuamente, sustancialmente uniforme sobre superficies de deposición inclinadas. A viscosidades superiores a 50 s, el tiempo de flujo de salida medido como se indicó anteriormente, las películas formadas tienden a ser menos uniformes, por ejemplo, exhiben descuelgues y la eliminación de los componentes de la pintura capturados del líquido tal como la desgasificación del líquido resulta cada vez más difícil.

Para ajustar la viscosidad del líquido de separación acuoso de acuerdo con la presente invención, puede usarse modificadores reológicos adicionales además de los componentes b) y c) como se definió anteriormente. Otros modificadores reológicos adecuados incluyen, por ejemplo, derivados de celulosa de alto peso molecular (es decir, que tienen una viscosidad de más de 200 mPas medido con un Visco Tester VT5 usando un husillo R2 a una velocidad de rotación de 60 rpm y una temperatura de 20 °C para una solución al 1 % en peso del derivado de celulosa en agua, basado en el peso total de la solución), polisacáridos, goma xantano, goma arábica, goma guar, almidón y derivados del almidón, alcohol polivinílico y polivinil pirrolidona. Sin embargo, preferiblemente, el líquido de separación acuoso no comprende tales modificadores reológicos adicionales.

Opcionalmente, el líquido de separación acuoso de acuerdo con la presente invención puede comprender además uno o más de un tensioactivo, por ejemplo, un tensioactivo aniónico, catiónico, anfótero y/o no iónico para disminuir

la tensión superficial del líquido, mejorar sus capacidades de humectación y ayudar a dispersar los componentes lipofílicos capturados de la pintura. Sin embargo, en ciertas realizaciones de la presente invención, las capacidades de humectación y dispersión impartidas por la combinación del poliol orgánico soluble en agua y el derivado de celulosa de bajo peso molecular son suficientes para el uso pretendido, de modo que no es necesario añadir un tensioactivo además de los componentes b) y c). De todos modos, si se usa tensioactivo(s), el sistema tensioactivo debe seleccionarse de manera que no perjudique la integridad y/o funcionalidad de los otros componentes del líquido de separación y permita un desempeño estable a largo plazo en la eliminación de las partículas de rociado excesivo de una corriente de gas de una cabina de pintura por aerosol.

Típicamente, estos requisitos se cumplen mejor para los tensioactivos no iónicos, mientras que algunos tensioactivos iónicos, es decir, tensioactivos catiónicos, aniónicos o anfóteros, pueden interactuar con los componentes de la pintura hasta el punto que la humectabilidad requerida es difícil de mantener durante un tiempo prolongado de ejecución del proceso de acuerdo con la presente invención, especialmente si el líquido de separación se recicla. Por lo tanto, de acuerdo con una realización de la presente invención, el líquido de separación acuoso está sustancialmente libre o completamente libre de tensioactivos iónicos. En la presente descripción, el término "sustancialmente libre" significará que la cantidad de tensioactivos iónicos posiblemente presentes es tan pequeña que no afecta notablemente las propiedades del líquido de separación, mientras que el término "completamente libre" se interpretará para incluir la presencia de trazas de tensioactivos iónicos inevitablemente presentes.

En vista de lo anterior, el líquido de separación acuoso de acuerdo con la presente invención puede comprender, en particular, uno o más de un tensioactivo no iónico además de los componentes b) y c). Los tensioactivos no iónicos adecuados son, por ejemplo, éteres de poli(alquilenglicol) de alcoholes grasos, éteres de poli(alquilenglicol) de alquilfenol, éteres de poli(alquilenglicol) de ácidos grasos, monoglicéridos de ácidos grasos, éteres de poli(alquilenglicol) de mono ácidos grasos, monoalcanolamidas de ácidos grasos, dialcanolamidas de ácidos grasos, monoalcanolamidas alcoxiladas de ácidos grasos, dialcanol amidas de ácidos grasos alcoxilados, ésteres parciales de pentaeritritol de ácidos grasos, ésteres parciales de pentaeritritol alcoxilado de ácidos grasos alcoxilados, ésteres de sorbitan de ácidos grasos, ésteres de sorbitán alcoxilado de ácidos grasos, dioles acetilénicos, dioles alcoxilados acetilénicos, óxidos de alquilamina, óxidos de alquilaminas alcoxiladas, tensioactivos que contienen flúor, tensioactivos a base de polisiloxano y combinaciones de los mismos. En la presente descripción, poli(alquilenglicol) puede significar en particular polietilenglicol, polipropilenglicol) o una mezcla de poli(etilen) (propilenglicol) y alcoxilado puede significar en particular etoxilado, propoxilado, butoxilado y las combinaciones de los mismos. Los tensioactivos no iónicos preferidos son éteres de poli(etilenglicol) de alcoholes grasos, éteres de polipropilenglicol) de alcoholes grasos, éteres mixtos de poli(etilen) propilen) glicol) de alcoholes grasos, ésteres de polietilenglicol) de ácidos grasos, dioles alcoxilados acetilénicos, tensioactivos que contienen flúor y tensioactivos a base de polisiloxano.

Los tensioactivos aniónicos adecuados para su uso en los líquidos de separación de acuerdo con la presente invención, si los hay, son, por ejemplo, sulfatos de alcoholes grasos, alquilsulfonatos, alquilbencenosulfonatos, sulfosuccinatos, sulfatos de alcoholes grasos alcoxilados, éterfosfatos de alcoholes grasos, éterfosfatos de alcoholes grasos alcoxilados, sulfatos de mono-glicéridos y combinaciones de los mismos. En la presente descripción, alcoxilado puede significar en particular etoxilado, propoxilado, butoxilado y combinaciones de los mismos. Son particularmente adecuados los sulfosuccinatos, especialmente la sal sódica del ácido dietilhexil) sulfo succínico. Los tensioactivos catiónicos adecuados para usar en los líquidos de separación de acuerdo con la presente invención, si los hay, son, por ejemplo, compuestos de amonio cuaternario, etoxilatos de amina cuaternizada, alquildimetilaminas y alquilamidopropilaminas. Los tensioactivos anfóteros elegibles, si los hay, pueden ejemplificarse mediante betainas.

Si se usa un tensioactivo en el líquido de separación acuoso de acuerdo con la presente invención, típicamente este está comprendido en el líquido en una cantidad en el intervalo de 1 ppm, preferiblemente de 10 ppm, más preferiblemente de 30 ppm, lo más preferiblemente de 100 ppm a 2000 ppm, preferiblemente a 1000 ppm, más preferiblemente a 500 ppm, en donde las partes por millón (ppm) se refieren cada una a partes en peso, basado en el peso total del líquido.

El líquido de separación acuoso de acuerdo con la presente invención tiene, típicamente, una tensión superficial a 20 °C en el intervalo de 40 a 70 mN/m, tal como de 45 a 65 mN/m o de 50 a 60 mN/m. La tensión superficial puede determinarse, por ejemplo, mediante el método de presión de burbujas usando un tensiómetro SITA DynoTester + disponible comercialmente de SITA Messtechnik GmbH, Alemania.

Los líquidos de separación de acuerdo con la presente invención son útiles para capturar efectivamente el exceso de pintura rociada de diferentes fuentes tales como composiciones de recubrimiento a base de agua o composiciones de recubrimiento a base de disolvente. Dependiendo de la naturaleza de la pintura a capturar, el líquido de separación acuoso de acuerdo con la presente invención puede comprender, adicionalmente, uno o más agentes antiadherentes de pintura para ayudar a prevenir la adherencia de partículas de pintura a las superficies de deposición y facilitar la eliminación de los componentes de la pintura capturados del líquido de separación. Sin embargo, se encontró que puede no ser necesario el uso de un agente antiadherente para lograr un desempeño

satisfactorio cuando el líquido de separación acuoso comprende un derivado de celulosa de peso molecular adecuadamente bajo, tal como un derivado de celulosa que tiene una viscosidad de menos de 50 mPa·s o menos de 30 mPa·s en términos de tiempo de flujo de salida medido como se define anteriormente. Si, no obstante, se usa un agente antiadherente en el líquido de separación acuoso de acuerdo con la presente invención, este no está particularmente limitado y, por ende, el efecto desnaturalizante causado de la pintura puede depender de diferentes mecanismos tales como una aglomeración y/o una reacción química de las partículas de rociado excesivo capturadas. Por tanto, puede emplearse cualquier agente antiadherente conocido de la técnica anterior siempre que no interfiera con los otros componentes presentes en el líquido de separación y sus efectos específicos como se expuso anteriormente. El agente antiadherente de pintura opcional, si lo hay, para usar en el líquido de separación de acuerdo con la presente invención puede ser, por ejemplo, un material inorgánico como sílice coloidal, un silicato (por ejemplo, talco), un aluminosilicato (por ejemplo, arcilla o bentonita) o una sal de un metal polivalente como Al, Zn, Ca, Zr o Fe como los descritos en el documento WO 2010/025810. Además, otros agentes antiadherentes de pintura adecuados son como polímeros tales como poliacrilamidas, polimetacrilamidas, copolímeros de ácido (met) acrílico con otros monómeros etilénicamente insaturados como estireno, aductos de melamina-formaldehído, almidón, quitosano, tanino, polímeros de amina policuatnaria tales como poli (cloruro de dialildimetilamonio) policarboxilatos tales como sales metálicas de ácido poliaspártico tal como emulsiones de cera, poliamidoaminas y poliaminas tales como, por ejemplo, etilendiamina o 2-metil-1,5-pentametilendiamina. También puede usarse combinaciones de más de uno de dichos agentes antiadherentes. Preferiblemente, el agente antiadherente de pintura, si lo hay, se selecciona de poliaminas, poliamido aminas, polímeros de aminas policuatnarias, aluminosilicatos, silicatos, compuestos de aluminio, policarboxilatos y combinaciones de los mismos.

La cantidad de agente antiadherente de pintura, si está presente en el líquido de separación acuoso de acuerdo con la presente invención, está típicamente en el intervalo de 0,1 % en peso, preferiblemente de 0,2 % en peso, más preferiblemente de 0,5 % en peso, a 20 % en peso, preferiblemente a 10 % en peso, más preferiblemente a 5 % en peso, lo más preferiblemente a 2 % en peso, basado en el peso total del líquido.

Cuando se usa un agente antiadherente con función amino o función carboxilato y/o un agente de aglomeración, el líquido de separación preferiblemente no debe ser ácido para evitar una degradación de la efectividad de las funciones amina o carboxilato debido a la protonación. Generalmente, se prefiere si el líquido de separación acuoso de acuerdo con la presente invención tiene un valor de pH en el intervalo de 7,0 a 9,5.

Cuando se usa el líquido de separación de acuerdo con la presente invención en una unidad de separación electrostática húmeda, el líquido de separación debe tener una cierta conductividad eléctrica. El líquido de separación puede tener, por ejemplo, una conductividad eléctrica de, al menos, $5 \cdot 10^{-4}$ S/m, preferiblemente al menos de 0,01 S/m, más preferiblemente al menos de 5 S/m. La conductividad eléctrica puede ser impartida por cualquiera de los componentes mencionados anteriormente en la medida en que sean de naturaleza electrolítica, sin embargo, también podrían adicionarse electrolitos adicionales tales como sales como NaCl, KCl o similares en una cantidad adecuada para ajustar el nivel deseado de conductividad eléctrica.

Según sea el caso, el líquido de separación acuoso de acuerdo con la presente invención puede comprender opcionalmente uno. o más de uno. o más componentes adicionales usados convencionalmente en líquidos de separación conocidos de la técnica anterior, tales como agentes conservantes, biocidas, reguladores de pH y/o antiespumantes. Normalmente, tales componentes adicionales, si están presentes en el líquido de separación acuoso de acuerdo con la presente invención, están comprendidos en el líquido en una cantidad total de no más de 10 % en peso, preferiblemente no más de 5 % en peso, más preferiblemente no más de 1 % en peso, basado en el peso total del líquido. Como rasgo característico, los líquidos acuosos de separación de acuerdo con la presente invención exhiben solo una débil propensión a la formación de espuma, por lo que normalmente no es necesario añadir un antiespumante.

La presente invención también se refiere a un proceso para eliminar el exceso de pintura rociada de una cabina de pintura por aerosol que hace uso del líquido de separación acuoso como se define anteriormente. En el contexto de la presente invención, "rociado excesivo (de pintura)" o "partículas de rociado excesivo (de pintura)" independientemente del tamaño real de la entidad y el estado físico de los componentes constituyentes tales como sólidos, líquidos o una mezcla de componentes líquidos y sólidos se refiere colectivamente a la totalidad de partículas y gotas que componen el exceso de pintura, es decir, la porción de pintura rociada que no se transfiere al objeto que se está pintando, a menos que se indique explícitamente lo contrario. Como se expuso anteriormente, el proceso comprende:

- i) dirigir una corriente de gas a través de una cabina de pintura por aerosol;
- ii) poner en contacto el rociado excesivo de pintura con la corriente de gas que fluye a través de la cabina de pintura, formando una corriente de gas cargada del rociado excesivo que contiene partículas de pintura y/o gotas dispersas en la misma,
- iii) formar una película líquida que fluye sustancialmente continua del líquido de separación acuoso de acuerdo con la presente invención en, al menos, una superficie que define al menos una parte de la trayectoria de flujo de la

corriente de gas cargada del rociado excesivo;

iv) poner en contacto la corriente de gas cargada de rociado excesivo con dicha película líquida, transfiriendo así partículas de pintura y/o gotas de la corriente de gas cargada de rociado excesivo al líquido de separación para formar un líquido de separación cargado de pintura; y

v) eliminar el líquido de separación cargado de pintura y la corriente de gas que tiene una carga reducida de rociado excesivo.

La corriente de gas utilizada para absorber el exceso de pintura rociada, la cual se forma cuando se pinta con aerosol un sustrato en la cabina, generalmente se genera mediante un ventilador o un sistema de ventilación. Como gas portador para la corriente de gas se usa preferiblemente aire, ya que está fácilmente disponible a bajo costo. La corriente de gas se dirige típicamente a través de la cabina de pintura por aerosol en la etapa i) en un modo de flujo descendente, fluyendo alrededor del sustrato que se pinta. La corriente de gas se dirige normalmente a través de la cabina con una velocidad sustancial, por ejemplo, con una velocidad de al menos de 0,5 m/s, o al menos de 1 m/s, o al menos de 5 m/s. De este modo se asegura que el exceso de pintura rociada sea arrastrado y transportado efectivamente por la corriente de gas al entrar en contacto en la etapa ii) para evitar incrustaciones y contaminación de las paredes de la cabina de pintado, y facilitar una rápida eliminación del exceso de pintura rociada de cabina de pintura por aerosol. Esto es especialmente importante en líneas automatizadas de alta capacidad en las que se rocían múltiples sustratos con diferentes colores para evitar la contaminación del siguiente sustrato.

Al menos una superficie en donde en la etapa iii) se forma una película líquida que fluye sustancialmente continua del líquido de separación acuoso (también denominada en la presente descripción como superficie de deposición o superficie de contacto) puede ser cualquier superficie de un elemento estructural sólido que defina, al menos, una parte de la trayectoria de flujo de la corriente de gas cargada del rociado excesivo. Por definición al menos una parte de la trayectoria del flujo quiere decir que la superficie del elemento estructural limita la extensión espacial máxima de la corriente de gas cargada del rociado excesivo que forma al menos una parte del canal de flujo o que la superficie es parte de un elemento estructural que se coloca dentro del canal de flujo y fluye alrededor de la corriente de gas cargada del rociado excesivo. Dichos elementos estructurales pueden ser, por ejemplo, placas o láminas deflectoras, normalmente de metal, como acero inoxidable o aleaciones de aluminio resistentes a la corrosión. En la realización descrita anteriormente con un modo de flujo descendente de la corriente de gas portador a través de la cabina de pintado, las superficies de contacto se colocan típicamente debajo del área de rociado de la cabina de pintura por aerosol. El líquido de separación acuoso de acuerdo con la presente invención puede aplicarse a las superficies de contacto por cualquier medio adecuado para formar una película líquida que fluye sustancialmente continua sobre las mismas, por ejemplo, mediante un aplicador mecánico, mediante rociado o derramando desde un recipiente con el líquido. Las superficies de contacto están preferiblemente inclinadas o dispuestas verticalmente de modo que el líquido aplicado a las mismas, por ejemplo en la parte superior, fluya hacia abajo por medio de la gravedad.

Las superficies de contacto pueden estar formadas, por ejemplo, por dos placas deflectoras convergentes espaciadas hacia abajo que proporcionan conjuntamente una disposición de tipo embudo, la cual puede abarcar todo el ancho de la cabina de pintura por aerosol por debajo del nivel de rociado. En la presente descripción, se prefiere que las placas opuestas que forman el embudo no se superpongan de modo que no haya fluido de separación que fluya de una placa a la otra placa, creando así una cortina que tiene que ser penetrada por la corriente de gas porque tal disposición es propensa a crear turbulencias. En otra disposición que es particularmente adecuada para el depurado electrostático, las superficies de contacto están formadas por una pluralidad de placas de lados paralelos inclinadas o dispuestas verticalmente, espaciadas entre sí de modo que la corriente de gas cargada del rociado excesivo fluya en el espacio entre placas adyacentes. Asimismo, tal disposición evita turbulencias y gestiona el flujo de gas sin ninguna caída importante de presión. Generalmente, es deseable evitar turbulencias en el proceso de acuerdo con la presente invención, dado que pueden dificultar el mantenimiento de películas líquidas que fluyen sustancialmente continuas y uniformes sobre las superficies de contacto. Además, un flujo de gas turbulento promueve la acumulación de humedad en la corriente de gas, lo que requiere una purificación y un tratamiento intensivos en energía de la corriente de gas obtenida después de la eliminación de partículas.

La corriente de gas cargada del rociado excesivo se pone en contacto con la película líquida que fluye sustancialmente de forma continua del líquido de separación acuoso formado en la superficie o superficies de contacto en la etapa iv) del proceso de acuerdo con la presente invención.

De esta manera, las partículas de pintura y/o las gotas comprendidas en la corriente de gas cargada del rociado excesivo que afectan la película líquida son capturadas por el líquido y transportadas por el flujo del líquido. La transferencia de las partículas de rociado excesivo es particularmente efectiva si la corriente de gas cargada del rociado excesivo se dirige hacia la(s) superficie(s) de contacto inundadas. En la presente descripción, 'dirigiendo hacia' significa que la corriente de gas cargada de rociado excesivo tiene un componente de momento ortogonal a la superficie de contacto, o en otras palabras, la corriente de gas incide bajo un ángulo, por ejemplo, un ángulo en el intervalo de 10 a 90 grados, sobre el superficie de contacto. Este sería, por ejemplo, el caso cuando se emplea la disposición de tipo embudo de las estructuras deflectoras descrita anteriormente en un modo de flujo descendente

de la corriente de gas portador generada. Sin embargo, también en el caso de un flujo paralelo de la corriente de gas con respecto a las superficies de contacto inundadas, puede lograrse una transferencia eficiente de partículas de pintura y/o gotas de la corriente de gas cargada de rociado excesivo al líquido de separación, por ejemplo, cuando la transferencia de las partículas y/o gotas en la película que fluye del líquido de separación acuoso son asistidas por un campo eléctrico como se expone a continuación.

Como una ventaja característica del proceso, los líquidos de separación de acuerdo con la presente invención permiten formar y mantener películas estables, sustancialmente uniformes, coherentes y de flujo continuo sobre superficies de contacto fuertemente inclinadas y/o verticales incluso cuando se exponen a una corriente de gas de alta velocidad cargada con partículas incidentes y cuando los bordes o elementos claramente curvados están dentro de la trayectoria de flujo del líquido. Además, el líquido de separación acuoso puede aplicarse a las superficies de contacto a velocidades de flujo comparativamente altas de, por ejemplo, más de 2 L/(m²-min) tal como en un intervalo de 3 a 15 L/(m²-min) o incluso superior sin afectar negativamente las propiedades de flujo de la película, en particular sin desprendimiento de gotas en las discontinuidades de la trayectoria del flujo o la formación de descuelgues. Debido a los grosores correspondientes de la película relativamente gruesos, puede reducirse el riesgo de que algunas partículas de rociado excesivo que impactan puedan penetrar a través de la película líquida y adherirse a la superficie de contacto desnuda subyacente, lo que se considera beneficioso para evitar los molestos depósitos de pintura que se adhieren persistentemente a la superficie de contacto.

En una realización particularmente preferida, el contacto en la etapa iv) comprende dirigir la corriente de gas cargada del rociado excesivo a través de un depurador electrostático, donde las partículas y/o gotas dispersas en la corriente de gas son ionizadas y luego dirigidas por un campo eléctrico a la película líquida que fluye sustancialmente continua del líquido de separación acuoso transfiriendo así las partículas de pintura y/o gotas de la corriente de gas cargada del rociado excesivo al líquido de separación para formar el líquido de separación cargado de pintura. Los depuradores electrostáticos adecuados para su uso en el proceso de la presente invención se conocen per se de la técnica anterior como, por ejemplo, de WO 2010/025810 A1 o el sistema E-Scrub descrito anteriormente. Normalmente, el depurador electrostático incluye múltiples placas, por ejemplo, placas dispuestas en paralelo y/o verticalmente, espaciadas entre sí en donde se forma una película que fluye sustancialmente continua de un líquido de separación acuoso y se colocan electrodos entre las placas, los cuales están conectadas a una fuente de alto voltaje para cargar los electrodos con una carga opuesta con respecto a las placas. Las partículas y/o gotas dispersas en la corriente de gas, que fluye a través de los espacios entre las placas, se ionizan, por ejemplo, por medio de una descarga de corona en los electrodos colocados entre las placas. Las partículas y/o gotas ionizadas resultantes son así dirigidas por el campo eléctrico a las placas con carga opuesta donde son absorbidas por la película del líquido de separación acuoso. Debido al flujo continuo de la película líquida, siempre está disponible una superficie nueva de líquido de separación para recibir los componentes de pintura y las partículas de rociado excesivo capturadas que se transportan hacia abajo con el líquido de separación que fluye.

El líquido de separación cargado de pintura obtenido en la etapa iv) del proceso de acuerdo con la presente invención se colecta típicamente en el fondo de la unidad de separación húmeda en un desagüe para su eliminación de la unidad de separación húmeda. El líquido eliminado de separación cargado con pintura puede opcionalmente procesarse, al menos, parcialmente para separar los componentes de la pintura del líquido de separación para obtener un líquido de separación purificado (etapa vi). De acuerdo con una realización preferida de la presente invención, la separación de los componentes de pintura del líquido eliminado de separación en la etapa vi) puede lograrse sometiendo el líquido eliminado de separación cargado de pintura a centrifugación. Las centrifugas adecuadas que pueden usarse incluyen, por ejemplo, decantadores y separadores disponibles comercialmente, por ejemplo, de Flottweg SE, Alfa Laval o GEA Westfalia. Sin embargo, debe entenderse que cualquier otra técnica efectiva para separar los componentes de la pintura del líquido de separación cargado con pintura, como por ejemplo sedimentación, flotación, filtración, filtración por membrana u ósmosis inversa, también podrían usarse en el proceso de acuerdo con la presente invención. Sin embargo, se ha encontrado que los líquidos acuosos de separación de acuerdo con la presente invención permiten una fácil separación de la pintura, típicamente sin la necesidad de agentes auxiliares tales como floculantes, mediante técnicas basadas en centrifugación, que son técnicas de separación establecidas de bajo costo y de gran escala. En consecuencia, el uso de la centrifugación para la separación de los componentes de la pintura es particularmente atractivo desde un punto de vista económico. El lodo de pintura obtenido llevando a cabo la etapa de purificación opcional vi) generalmente se elimina para su posterior procesamiento o eliminación, mientras que el líquido de separación purificado resultante se recicla preferiblemente, al menos parcialmente, a la etapa iii) del procedimiento de acuerdo con la presente invención. Antes del reciclaje, el líquido de separación puede purificarse adicionalmente para evitar la acumulación de productos no deseados que son solubles en el líquido de separación y/o ajustarse, por ejemplo, reponiendo componentes funcionales del líquido posiblemente consumidos o eliminados involuntariamente. Estas acciones pueden realizarse preferiblemente en una corriente lateral parcial para evitar un costoso tratamiento completo del líquido de separación y mantener bajo el consumo de energía.

El proceso de acuerdo con la presente invención permite la eliminación efectiva de partículas de rociado excesivo de diferentes fuentes de pintura, incluidas formulaciones de pintura a base de agua y a base de disolvente, de la corriente de gas de una cabina de pintura por aerosol. Preferiblemente, la corriente de gas eliminada está sustancialmente libre de exceso de pintura por rociado. En la presente descripción, "sustancialmente libre" puede

significar que el contenido de materia en fase condensada en condiciones estándar (20 °C, 101,3 kPa) es inferior a 10 mg/m³ tal como menos de 2 mg/m³ o menos de 0,5 mg/m³. Por otro lado, la corriente de gas eliminada aún puede comprender cantidades apreciables de componentes de pintura volátiles, tales como compuestos orgánicos volátiles. Por tanto, la purificación adicional de la corriente de gas eliminada, por ejemplo, mediante absorción, adsorción, oxidación térmica o cualquier combinación de las mismas, puede ser ventajosa, especialmente cuando la corriente de gas debe reciclarse. Además, puede ser deseable ajustar la temperatura y/o el contenido de humedad del gas portador antes del reciclado. Por consiguiente, la corriente de gas eliminada de la unidad de separación húmeda puede someterse opcionalmente a un acondicionamiento y/o purificación adicional para obtener una corriente de gas procesada (etapa vii). En una realización preferida, el proceso de acuerdo con la presente invención incluye reciclar, al menos parcialmente, la corriente de gas procesada a la etapa i). Una alta relación de reciclado de la corriente de gas de al menos de 60 % en volumen, preferiblemente de al menos 65 % en volumen, más preferiblemente de al menos 70 % en volumen, al menos de 75 % en volumen, al menos de 85 % en volumen, más preferido en por lo menos el 90 % en volumen, al menos el 95 % en volumen, al menos el 97 % en volumen, o al menos el 99 % en volumen puede lograrse mediante el procedimiento de acuerdo con la presente invención. Por tanto, se minimiza la cantidad de energía necesaria para ajustar la temperatura y el contenido de humedad de la corriente de gas.

El proceso descrito anteriormente para eliminar el exceso de pintura por rociado de una cabina de pintura por aerosol y el líquido de separación acuoso puede usarse eficientemente en el método anterior para pintar un sustrato de acuerdo con la presente invención. Este método es adecuado para una operación continua o semicontinua altamente automatizada aplicable a la pintura en aerosol de cualquier tipo de sustratos. Este método y el proceso para eliminar el exceso de pintura por rociado de una cabina de pintura por aerosol de acuerdo con la presente invención pueden realizarse de una manera estable, segura y confiable sin mantenimiento o con mínimo mantenimiento durante un período prolongado. Una elevada relación de reciclaje de todas las corrientes portadoras, es decir, la corriente de gas y el líquido de separación acuoso, y un bajo consumo de energía, pueden lograrse lo que hace que el proceso y/o el método sean rentables y amigables con el medio ambiente. Por tanto, dicho proceso para eliminar el exceso de pintura por rociado de una cabina de pintura por aerosol y el método para pintar un sustrato haciendo uso del mismo son particularmente adecuados para líneas de recubrimiento de alta capacidad, especialmente las utilizadas por la industria automotriz, aunque también podrían usarse para pintar otros sustratos, como en la industria de muebles o electrodomésticos, o para otras operaciones de pintura industrial.

Los aspectos de la invención se describirán ahora con más detalles con referencia a los siguientes ejemplos no limitantes.

EJEMPLOS

1. Componente derivado de celulosa

Se investigaron los materiales de hidroxietilcelulosa (HEC) de diferentes grados de peso molecular por su efecto sobre la reología y otras propiedades de los líquidos acuosos de separación. Las HECs se adquirieron de SE Tylose GmbH & Co. KG, Alemania, y la viscosidad en solución acuosa como medida del peso molecular promedio se determinó de la siguiente manera:

El contenido de humedad de los polvos de HEC se determinó pesando una muestra antes y después del secado en un secador de gabinete y calculando la diferencia relativa. Para cada polvo, se preparó después una solución en agua con una concentración de 1 % en peso de la HEC respectiva, basada en el peso total de la solución mediante:

- (i) proporcionar una cantidad de aproximadamente 5 g de polvo de HEC, cuyo peso exacto se determina pesando,
- (ii) adicionar agua en una cantidad calculada de manera que la cantidad de materia seca del polvo de HEC corresponda al 1 % en peso del peso total de la mezcla resultante de polvo de HEC y agua, (iii) dispersar el polvo en el agua usando un Ultra Turrax operado a 14 000 rpm durante 20 min y (iv) agitación posterior de la dispersión usando un agitador IKA operado a 502 rpm por 45 min.

La viscosidad de las soluciones resultantes visualmente transparentes se midió después con un Visco Tester VT5 usando un husillo R2 a una temperatura de 20 °C para diferentes velocidades de rotación entre 0,3 y 200 rpm. Cada punto de datos se leyó después de un período de 30 s a la velocidad de rotación respectiva. La Tabla 1 resume las viscosidades medidas para las soluciones de los diferentes materiales de HEC investigados a una velocidad de rotación de 60 rpm.

Tabla 1.

Derivado de celulosa	Viscosidad a 60 rpm [mPa·s]
A) Tylose H10 YG4	24
B) Tylose H20 P2	32
C) Tylose H200 YP2	79
D) Tylose H 1000 YP2	164
E) Tylose H 100 000 YP2	n.m.

5

n.m.: no medible debido a una viscosidad demasiado alta ($\gg 200 \text{ mPa}\cdot\text{s}$)

Todas las HEC probadas tenían un grado de sustitución molar en el intervalo de 2,0 a 2,5.

10

2. Propiedades de flujo de los líquidos acuosos de separación en modelo

15

Se construyó un modelo para estudiar el flujo de los líquidos acuosos de separación en una estructura que tiene una trayectoria de flujo similar a las unidades de separación húmeda comerciales existentes. El modelo comprende una estructura de una hoja de metal rectangular dispuesta verticalmente, la cual se ha doblado hacia atrás en aproximadamente un tercio de su altura medida desde su extremo inferior en un ángulo de 45 grados formando así una sección inclinada inferior conectada a una sección superior alineada verticalmente por un borde. Esta estructura está unida con su extremo inferior al borde superior de un lado coincidente de un contenedor cuboide con la parte superior abierta. En la parte posterior de dicha estructura se adjunta un canal a ras del extremo superior de la sección vertical. Se proporcionan una bomba y tuberías para transportar el líquido continuamente desde el contenedor inferior hasta el canal. Cuando se llena el canal, el líquido se derrama y fluye hacia abajo bajo el efecto de la gravedad sobre la superficie frontal de la sección vertical de la estructura metálica y a través del borde sobre la superficie orientada hacia el fondo de la sección inclinada hacia el contenedor donde se colecta para ser bombeado de nuevo al canal.

25

Los siguientes líquidos acuosos de separación preparados combinando los componentes de acuerdo con la Tabla 2 que comprenden cada uno una HEC diferente como modificador reológico se probaron en el modelo descrito anteriormente. Las cantidades de espesante se seleccionaron de tal manera que las viscosidades de los líquidos probados fueran comparables. Los líquidos fueron circulados mediante una bomba a una velocidad de $320 \text{ L}/(\text{m}^2\cdot\text{h})$.

30

Tabla 2.

35

40

45

50

	Ejemplo 1	Ejemplo 2	Ejemplo 3	Ejemplo Comparativo 4
Derivado de celulosa	A 1,7 % en peso	C 1,14 % en peso	D 0,55 % en peso	E 0,32 % en peso
Glicerol	15 % en peso	15 % en peso	15 % en peso	15 % en peso
Agua	83,3 % en peso	83,86 % en peso	84,45 % en peso	84,68 % en peso
Viscosidad¹	19 s	23	23	22
Características del Flujo	Película que fluye continuamente, coherente, uniforme, con una estructura ondulada, sin rotura o formación de gotas en el borde y pendiente	Película que fluye continuamente, coherente, uniforme, con una estructura ondulada, sin rotura o formación de gotas en el borde y pendiente	Película que fluye continuamente, coherente, uniforme, con una estructura ondulada, desprendimiento ocasional de gotas en el borde	Película que fluye continuamente, estructura ondulada, formación de descuelgues, desprendimiento severo de gotas en el borde y pendiente

55

¹: medido de acuerdo con la ISO 2431 usando una copa de flujo de 4 mm a 20 °C

60

65

La Tabla 2 resume las características de flujo determinadas por inspección visual para los líquidos probados. Los líquidos acuosos de separación acuosos probados que comprenden las dos HEC de pesos moleculares más bajos (Ejemplos 1 y 2) produjeron cada uno una película coherente de flujo continuo, sustancialmente uniforme con una estructura de superficie ondulada. La película fluyó suavemente sobre el borde y la parte inclinada del modelo. No se observó desprendimiento de gotas, formación de descuelgues o rotura local de la película. En el caso del Ejemplo 3 se formaron películas con características de flujo similares, sin embargo, ocasionalmente se observó un desprendimiento de gotitas de la película que fluye en el borde. Para el líquido de separación que comprende el derivado de celulosa de peso molecular más alto probado (Ejemplo 4) se observó formación de descuelgues y se produjo un desprendimiento importante de gotas en el borde y en la parte inclinada de la trayectoria de flujo. Estos hallazgos ilustran que los derivados de celulosa de peso molecular promedio bajo proporcionan propiedades

reológicas superiores en comparación con sus análogos de peso molecular superior empleados convencionalmente como espesantes en líquidos acuosos de separación.

Para investigar el efecto de un tensioactivo, se adicionaron 200 µL de un tensioactivo diol alcoxilado acetilénico a cada 5 L de los líquidos de los Ejemplos 1 a 4 y los líquidos resultantes que contenían tensioactivo se probaron para determinar su comportamiento de flujo en el modelo descrito anteriormente. Los resultados se resumen en la Tabla 3.

Tabla 3.

	Ejemplo 5	Ejemplo 6	Ejemplo 7	Ejemplo comparativo 8
Composición	5 L de líquido del Ej. 1 + 200 µL tensioactivo ¹	5 L de líquido del Ej. 2 + 200 µL tensioactivo ¹	5 L de líquido del Ej. 3 + 200 µL tensioactivo ¹	5 L de líquido del Ej. 4 + 200 µL tensioactivo ¹
Viscosidad²	19 s	23	23	22
Características del Flujo	Película que fluye continuamente, suave, uniforme, coherente, sin rotura o formación de gotas en borde y pendiente	Película que fluye continuamente, suave, uniforme, coherente, sin rotura o formación de gotas en borde y pendiente	Película que fluye continuamente, suave, uniforme, coherente, sin rotura o formación de gotas en borde y pendiente	Película que fluye continuamente, suave, coherente, formación de descuelgues, desprendimiento severo de gotas en borde y pendiente

¹: tensioactivo de diol acetilénico alcoxilado de Air Products Chemicals Europe B.V.

²: medido de acuerdo con ISO 2431 usando una copa de flujo de 4 mm a 20 °C

La comparación de los Ejemplos 5-8 con sus contrapartes sin adicionar un tensioactivo (Ejemplos 1-4) muestra que el tensioactivo suaviza la película. Las películas resultantes que fluyen continuamente son sustancialmente uniformes excepto en el Ejemplo Comparativo 8, en donde se forman descuelgues; una estructura de superficie ondulada es, como mucho, débilmente observable. En el caso del líquido de separación que comprende el derivado D de celulosa, el desprendimiento de gotas en el borde puede evitarse mediante el uso de un tensioactivo (ver el Ejemplo 7 frente al Ejemplo 3). Sin embargo, para los derivados de celulosa con un peso molecular promedio sustancialmente más alto, la presencia de un tensioactivo no evita la formación de descuelgues y se observó invariablemente el desprendimiento severo de gotas en el borde y en la parte inclinada del modelo de flujo (ver Ejemplo Comparativo 8).

Los experimentos anteriores demuestran que pueden formarse y mantener películas coherentes, uniformes que fluyen continuamente sobre estructuras de deposición vertical y fuertemente inclinadas a partir de líquidos acuosos de separación de acuerdo con la presente invención que comprenden un poliol orgánico soluble en agua y un derivado de celulosa de peso molecular promedio adecuadamente bajo sin la formación de descuelgues, la rotura de la película o un desprendimiento perjudicial de gotas incluso cuando los bordes están dentro de la trayectoria del flujo. Estas características de flujo son alcanzables a velocidades de flujo comparativamente altas previstas para contrarrestar la penetración de partículas de rociado excesivo que inciden sobre la superficie subyacente, ayudando así a evitar que los depósitos de pintura se adhieran a las estructuras de deposición. Además, se considera que la estructura de superficie ondulada de las películas que fluyen es, además, considerado ser de apoyo para lavar las partículas de pintura capturadas de las estructuras de deposición inundadas en las unidades de deposición húmeda. Sin embargo, si se prefiere, pueden generarse películas que fluyen suave, si se incorpora un tensioactivo en el líquido de separación.

3. Formación de espuma de líquidos acuosos de separación

No se observó formación de espuma para los líquidos acuosos de separación de los Ejemplos 1 a 8 en los

experimentos de flujo usando el modelo descrito anteriormente.

Además, se investigó la propensión de los líquidos acuosos de separación de los Ejemplos 5 a 8 a formar una espuma persistente. *in vitro*. Para cada prueba de formación de espuma se llenaron 50 ml del líquido respectivo en un cilindro graduado de 100 ml. A continuación, se cerró el cilindro con un tapón y se agitó a mano intensamente durante 1 minuto. La desgasificación de las espumas resultantes de poros finos se clasificó sobre una base cualitativa, donde 'rápido' significa un tiempo de desgasificación de menos de 1 minuto, 'moderado' significa un tiempo de desgasificación en el intervalo de 1 a 2 minutos y 'lento' «significa un tiempo de desgasificación superior a 2 min. Los resultados se resumen en la Tabla 4.

Tabla 4.

	Ejemplo 5	Ejemplo 6	Ejemplo 7	Ejemplo comparativo 8
Composición	5 L de líquido del Ej. 1 + 200 µL tensioactivo ¹	5 L de líquido del Ej. 2 + 200 µL tensioactivo ¹	5 L de líquido del Ej. 3 + 200 µL tensioactivo ¹	5 L de líquido del Ej. 4 + 200 µL tensioactivo ¹
Viscosidad²	19 s	23	23	22
Desgasificación de espuma	rápido	moderado	lento	lento

¹: tensioactivo diol alcoxilado acetilénico de Air Products Chemicals Europe B.V.

²: medido de acuerdo con la ISO 2431 usando una copa de flujo de 4 mm a 20 °C

Se obtienen espumas de desgasificación más rápida cuando el derivado de celulosa usado como modificador reológico en el líquido tiene un peso molecular promedio más bajo.

4. Separación de la pintura

Los líquidos acuosos de separación de los Ejemplos 1-4 se probaron también para la separación de pintura por centrifugación. Para cada prueba, se adicionó una composición de pintura (capa de recubrimiento a base de agua 'Blazing Red Graz' de PPG Industries) y un antiadherente de poliamina, si lo hubiera, al líquido respectivo en las proporciones indicadas en la Tabla 5. Las muestras se homogeneizaron mediante un Ultra Turrax. Un tubo de ensayo se llena con una alícuota de la dispersión resultante y se sometió a centrifugación a 4000 rpm durante 10 min usando una centrífuga Hettich EBA 3S. La separación de los sólidos de pintura de la fase líquida se evaluó mediante inspección visual después de la centrifugación y se calificó cualitativamente en una escala numérica de 0 a 4, en donde '0' significa una dispersión opaca turbia que es visualmente indistinguible del estado anterior a la centrifugación, '1' significa una dispersión opaca turbia sobre depósitos de pintura formados por centrifugación, '2' significa una fase líquida de color translúcido con partículas de pintura diseminadas de manera dispersa sobre los depósitos de pintura formados por centrifugación, '3' significa una fase líquida transparente de color claro sobre los depósitos de pintura formados por centrifugación y '4' significa una fase líquida transparente e incolora sobre los depósitos de pintura formados por centrifugación. Los resultados se resumen en la Tabla 5 e indican que la eliminación eficiente del componente de pintura puede lograrse mediante centrifugación para los líquidos acuosos de separación que comprenden un derivado de celulosa de peso molecular promedio adecuadamente bajo (Ejemplos 9, 10). Como se ilustra en el Ejemplo 13, el líquido de separación acuoso que comprende el HEC de menor peso molecular investigado permite una fácil separación de la pintura incluso sin necesidad de ningún agente auxiliar. La separación de la pintura de los líquidos que comprenden el derivado D de celulosa (Ejemplo 11) resultó ser más difícil, pero aún podría mejorarse hasta un desempeño satisfactorio mediante el ajuste de las condiciones de centrifugación. En el caso del líquido que contiene el derivado de celulosa del mayor peso molecular investigado, no fue posible una separación eficiente de la pintura mediante centrifugación, bajo las condiciones probadas (Ejemplo comparativo 12).

Los líquidos de los Ejemplos 5-8 se probaron de forma análoga, pero se encontró que la presencia adicional del tensioactivo no tenía un efecto apreciable sobre la capacidad de separación de la pintura.

Tabla 5.

	Ejemplo 9	Ejemplo 10	Ejemplo 11	Ejemplo Comparativo 12	Ejemplo 13
Composición	96,5 % en peso de líquido del Ej. 1, 3 % en peso de pintura, 0,5 % en peso de poliamina	96,5 % en peso de líquido del Ej. 2, 3 % en peso de pintura, 0,5 % en peso de poliamina	96,5 % en peso de líquido del Ej. 3, 3 % en peso de pintura, 0,5 % en peso de poliamina	96,5 % en peso de líquido del Comp. Ej. 4, 3 % en peso de pintura, 0,5 % en peso de poliamina	97 % en peso de líquido del Ej. 1, 3 % en peso de pintura
Pintura separación.	3	3	1	0	3

5. Aplicación en cabina de rociado con depurador electrostático
Ejemplo 14

Un líquido de

1,7 % en peso del derivado A de celulosa

15,0 % en peso de glicerol

83,3 % en peso de agua

viscosidad a 20 °C, copa de flujo ISO 2431,4 mm: 20 s

se probó como líquido de separación para eliminar el rociado excesivo de una composición de un recubrimiento base a base de agua (BMW, Alemania) de una corriente de aire en un sistema E-Scrub comercial (Eisenmann, Alemania). El líquido formó películas coherentes, uniformes que fluyen continuamente sobre las superficies de deposición lavadas. La velocidad de flujo del líquido fue de aproximadamente 4 L/(m²-h). Se encontró que la adición de un tensioactivo (diol alcoxilado acetilénico de Air Products Chemicals Europe BV) mejora aún más la humectación de las superficies. El exceso de pintura rociada se eliminó eficientemente de la corriente de aire mediante el líquido de separación sin que se observaran depósitos de pintura adherente en las superficies de depósito. Se logró un funcionamiento estable y confiable del sistema con un buen control de alto voltaje durante toda la prueba (rociado durante cuatro días consecutivos) a pesar de una acumulación significativa de pintura en el líquido de separación circulado, lo que provocó un aumento de la viscosidad a 40 s (@ 20 °C, copa de flujo ISO 2431,4 mm).

No se produjo formación de espuma. La pintura capturada podría eliminarse fácilmente del líquido como lodo mediante centrifugación.

Ejemplo 15

Un líquido de

1.2 % en peso del derivado B de celulosa

2,7 % en peso de poliamina (antiadherente)

11,1 % en peso de glicerol 85,0 % en peso de agua

viscosidad a 20 °C, copa de flujo ISO 2431,4 mm: 28 s

se probó como líquido de separación para eliminar el rociado excesivo de una composición de recubrimiento transparente 2K a base de disolvente (BASF, Alemania) de una corriente de aire en un sistema E-Scrub comercial (Eisenmann, Alemania). El líquido formó películas coherentes que fluyen continuamente sobre las superficies de deposición lavadas. La velocidad de flujo del líquido fue de aproximadamente 2L/(m²-h). Se encontró que la adición de un tensioactivo (diol alcoxilado acetilénico de Air Products Chemicals Europe BV) mejora aún más la humectación de las superficies. El exceso de pintura rociada se eliminó eficientemente de la corriente de aire mediante el líquido de separación. Se observaron pequeños depósitos de pintura en las superficies de deposición, pero podrían lavarse fácilmente. Se logró un funcionamiento estable y confiable del sistema con un buen control de alto voltaje durante toda la prueba (rociado durante tres días consecutivos). Se observó cierta formación de espuma en el depósito del líquido, sin embargo, no se observó ninguna influencia en el desempeño de la unidad electrostática húmeda. La espuma se podría eliminar por completo mediante la adición de una pequeña cantidad de un agente antiespumante.

La pintura capturada podría eliminarse eficientemente del líquido de separación acuoso cargado de rociado excesivo mediante centrifugación.

- 5 Estos ejemplos demuestran que los líquidos acuosos de separación de acuerdo con la presente invención permiten eliminar eficientemente el rociado excesivo de diferentes fuentes de pintura de la corriente de gas de una cabina de pintura por aerosol sin que los depósitos de pintura se adhieran persistentemente a las estructuras de deposición. Estos líquidos son adecuados para su uso en unidades modernas de separación electrostática húmeda, lo que proporciona un funcionamiento estable, seguro y confiable con un mantenimiento mínimo o nulo durante un período prolongado. La eliminación de los componentes de pintura capturados del líquido de separación puede llevarse a
- 10 cabo mediante métodos industriales establecidos, como la centrifugación, sin necesidad de floculantes. Por tanto, es posible un reciclado eficiente de todas las corrientes portadoras utilizadas en el proceso.

REIVINDICACIONES

- 1 Un líquido de separación acuoso para capturar el rociado excesivo de pintura de una corriente de gas que comprende:
 - a) al menos 49,9 % en peso de agua, basado en el peso total del líquido de separación acuoso,
 - b) de 5 a 50 % en peso de al menos un poliol orgánico soluble en agua, basado en el peso total del líquido de separación acuoso, y
 - c) de 0,1 a 7 % en peso, basado en el peso total del líquido de separación acuoso, de al menos un éter de hidroxialquil celulosa que tiene una viscosidad de menos de 200 mPas medida con un Visco Tester VT5 usando un husillo R2 a una velocidad de rotación de 60 rpm y una temperatura de 20 °C para una solución al 1 % en peso del éter de celulosa en agua, basado en el peso total de la solución,
 en el que los componentes b) y c) son diferentes entre sí.
2. El líquido de separación acuoso de la reivindicación 1, en el que al menos un éter de hidroxialquil celulosa tiene una viscosidad medida como se define en la reivindicación 1 de menos de 100 mPa·s, preferiblemente de menos de 50 mPa·s, más preferiblemente de menos de 30 mPa·s.
3. El líquido de separación acuoso según una cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, en el que al menos un éter de hidroxialquil celulosa es una hidroxietilcelulosa, en particular una hidroxietilcelulosa que tiene un grado de sustitución molar en el intervalo de 2,0 a 2,5.
4. El líquido de separación acuoso según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que al menos un poliol orgánico soluble en agua se selecciona de polioles monoméricos, preferiblemente polioles monoméricos que tienen al menos tres grupos hidroxilo por molécula, y polioles poliméricos, preferiblemente polioles poliméricos que tienen un peso molecular promedio en número en el intervalo de 200 a 3000 o de 200 a 2000 o de 300 a 1500 o de 300 a 1000, medido por cromatografía de permeación en gel usando patrones de calibración de poliestireno.
5. El líquido de separación acuoso de acuerdo con la reivindicación 4, en el que al menos un poliol orgánico soluble en agua se selecciona de etilenglicol, propilenglicol, glicerol, polietilenglicoles), polipropilenglicoles), mezclas de poli(etilen) (propilen) glicoles), poliéster de polioles, polioles acrílicos y polioles de poliuretano, seleccionándose preferiblemente de glicerol y polietilenglicoles).
6. El líquido de separación acuoso según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores que tiene una viscosidad en términos de tiempo de flujo de salida en el intervalo de 11 s a 50 s, preferiblemente de 15 s a 40 s, más preferiblemente de 18 s a 30 s, medido de acuerdo con ISO 2431:2011 usando una copa de flujo de 4 mm a 20 °C.
7. El líquido de separación acuoso según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende al menos un poliol orgánico soluble en agua en una cantidad en el intervalo de 7 % en peso, preferiblemente de 8 % en peso, más preferiblemente de 10 % en peso, a 40 % en peso, preferiblemente a 30 % en peso, más preferiblemente a 25 % en peso, lo más preferiblemente a 20 % en peso, basado en el peso total del líquido y/o que comprende al menos un éter de hidroxialquil celulosa en una cantidad en el intervalo de 0,3 % en peso, preferiblemente de 0,5 % en peso, más preferiblemente de 1 % en peso, a 7 % en peso, preferiblemente a 5 % en peso, más preferiblemente a 3 % en peso, basado en el peso total del líquido.
8. El líquido de separación acuoso según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el líquido comprende además al menos un tensioactivo, preferiblemente al menos un tensioactivo no iónico, más preferiblemente al menos un tensioactivo no iónico seleccionado de éteres de poli(alquilenglicol) de alcoholes grasos, éteres de poli(alquilenglicol) de alquilfenoles, ésteres de poli(alquilenglicol) de ácidos grasos, monoglicéridos de ácidos grasos, mono-ésteres de poli(alquilenglicol) de ácidos grasos, monoalcanolamidas de ácidos grasos, dialcanoamidas de ácidos grasos, mono alcanolamidas alcoxiladas de ácidos grasos, dialcanol amidas alcoxiladas de ácidos grasos, ésteres parciales de pentaeritritol de ácidos grasos, ésteres parciales de pentaeritritol alcoxilado de ácidos grasos, ésteres de sorbitán de ácidos grasos, ésteres alcoxilados de sorbitán de ácidos grasos, dioles acetilénicos, dioles alcoxilados acetilénicos, óxidos de alquilamina, óxidos de alquilaminas alcoxiladas, tensioactivos que contienen flúor, tensioactivos a base de polisiloxano y combinaciones de los mismos.
9. La separación acuosa según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el líquido comprende además al menos un agente antiadherente de pintura, preferiblemente seleccionado de poliaminas, poliamidoaminas, polímeros de aminas policuaternarias, alumosilicatos, silicatos, compuestos de aluminio, policarboxilatos y combinaciones de los mismos.
10. La separación acuosa según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el líquido comprende

además al menos un aditivo seleccionado de agentes conservantes, biocidas, reguladores de pH y antiespumantes.

- 5 11. Un proceso para eliminar el rociado excesivo de pintura de una cabina de pintura por aerosol que comprende:
 - i) dirigir una corriente de gas a través de una cabina de pintura por aerosol;
 - ii) poner en contacto el rociado excesivo de pintura con la corriente de gas que fluye a través de la cabina de pintura por aerosol, formando así una corriente de gas cargada de rociado excesivo que contiene partículas de pintura y/o gotas dispersas en la misma,
 - 10 iii) formar una película líquida que fluye sustancialmente continua de un líquido de separación acuoso que comprende:
 - a) al menos 49,9 % en peso de agua, basado en el peso total del líquido de separación acuoso,
 - b) de 5 a 50 % en peso de al menos un poliol orgánico soluble en agua, basado en el peso total del líquido de separación acuoso, y
 - 15 c) al menos un éter de hidroxialquil celulosa que tiene una viscosidad de menos de 200 mPa·s medida con un Visco Tester VT5 usando un husillo R2 a una velocidad de rotación de 60 rpm y una temperatura de 20 °C para una solución al 1 % en peso del éter de celulosa en agua, basado en el peso total de la solución,
 en el que los componentes b) y c) son diferentes entre sí,
 en al menos una superficie que define al menos una parte de la trayectoria de flujo de la corriente de
 20 gas cargada del rociado excesivo;
 - iv) poner en contacto la corriente de gas cargada de rociado excesivo con dicha película líquida, transfiriendo así partículas de pintura y/o gotas de la corriente de gas cargada de rociado excesivo al líquido de separación para formar un líquido de separación cargado de pintura; y
 - 25 v) eliminar el líquido de separación cargado de pintura y la corriente de gas que tiene una carga reducida de rociado excesivo.
12. El proceso de la reivindicación 11, en el que el contacto en la etapa iv) comprende dirigir la corriente de gas cargada del rociado excesivo a través de un depurador electrostático, en donde las partículas y/o gotas dispersas en la corriente de gas se ionizan y luego se dirigen mediante un campo eléctrico a la película líquida que fluye sustancialmente continua del líquido de separación acuoso transfiriendo así partículas de pintura y/o gotas de la corriente de gas del rociado excesivo al líquido de separación para formar el líquido de separación cargado de pintura.
13. El proceso de una cualquiera de las reivindicaciones 11 o 12, que comprende además:
 - 35 vi) separar al menos parcialmente los componentes de la pintura del líquido de separación cargado de pintura eliminada, preferiblemente sometiendo el líquido de separación cargado de pintura a centrifugación, para obtener un líquido de separación purificado y/o
 - vii) acondicionar y/o posteriormente purificar adicionalmente la corriente de gas eliminada para obtener una corriente de gas procesada; y opcionalmente
 - 40 viii) reciclar al menos parcialmente el líquido de separación purificado a la etapa iii) y/o reciclar al menos parcialmente la corriente de gas procesada a la etapa i).
14. Un método para pintar un sustrato que comprende:
 - 45 – rociar una pintura sobre un sustrato en una cabina de pintura por aerosol, con lo que se obtiene un sustrato pintado y un rociado excesivo de pintura; y
 - eliminar el rociado excesivo de pintura con el proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 11 a 13.
- 50 15. Uso de un éter de hidroxialquil celulosa como se define en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3 como modificador reológico en líquidos para eliminar el rociado excesivo de pintura de una corriente de gas.