Desemulsionantes y un método de uso de desemulsionantes para romper emulsiones de agua y crudo

Descripción

Este invento se relaciona con un compuesto novel y con un método para el uso de dicha composición para romper las emulsiones de agua y aceite. Más específicamente, el invento tiene que ver con un concentrado que abarca un desemulsionante soluble en aceite, un surfactante y un agente estabilizador. La dispersión *in-situ* de este concentrado en un líquido portador acuoso permite el manejo de pequeños volúmenes de aditivos en el sitio mientras se obtiene un mejor resultado de separación. Este invento es especialmente relevante para la aplicación de desemulsionantes de crudo (petróleo) en lugares remotos.

El crudo producido a partir de formaciones geológicas rara vez se produce por sí solo, puesto que generalmente está mezclado con cantidades de agua variantes. El agua puede emanar de la formación o de su ingreso en el proceso de las operaciones de perforación, terminación, estimulación y/o acondicionamiento. Pese a que el agua y el crudo esencialmente no son miscibles, el agregar compuestos activos interfaciales naturales en la interfaz de agua/aceite puede provocar que se formen gotas de agua dentro de la fase de aceite a granel. Los compuestos activos interfaciales típicos presentes en el crudo son por ejemplo asfaltenos y resinas. Durante la producción de crudo la mezcla de agua y aceite encuentra un gran aporte de energía que se mezcla del flujo rápido a través de la tubería de producción y especialmente a través de sus estranguladores y curvas. Esta mezcla de energía generalmente genera la emulsificación del agua y el aceite, lo que comúnmente se conoce como emulsión de crudo y que puede ser bastante estable.

Sin embargo, la presencia de agua en el crudo es no deseada. Las emulsiones de crudo a menudo son altamente viscosas y similares al gel y pueden crear gotas de alta presión en la formación, además de en las líneas de flujo. Adicionalmente, la presencia de agua reduce la capacidad de las tuberías y de los

barcos de envío. El agua emulsionada también puede contener varias cantidades de sales. Estas sales son perjudiciales para la integridad de las tuberías y para el equipo de refinamiento del crudo debido a la corrosión potencial. Especialmente en instalaciones de procesamiento posterior como por ejemplo, en las refinerías la prevención de corrosión y de envenenamiento de catalizadores están entre las principales causas de preocupación. A fin de cumplir con las especificaciones del crudo para su transporte, almacenamiento y envío, las emulsiones de crudo deben ser tratadas para eliminar el agua dispersada y las sales inorgánicas relacionadas. El crudo que se va a embarcar fuera del campo petrolero debería estar prácticamente libre de agua y usualmente tiene un límite máximo de contenido de agua de aproximadamente 0.5 a 3% por peso total, dependiendo del tipo de crudo y de la empresa petrolera.

En el refinamiento de crudo, las técnicas para eliminación de sal abarcan la mezcla deliberada del crudo entrante con “agua de lavado” fresca para extraer las sales solubles en agua y los sólidos hidrofílicos del crudo antes de su destilación. Muy a menudo se agregan productos químicos que separan la emulsión a los procesos de separación para ayudar y promover la separación rápida de agua y aceite.

Se han aplicado exitosamente métodos físicos y químicos para separar las emulsiones de crudo y para acelerar la separación del agua. Los métodos físicos comunes incluyen el calor para bajar la viscosidad de la fase de aceite, aplicar campos electrostáticos para promover la coalescencia de las gotas de agua, y reducir la velocidad del flujo para permitir la separación gravitacional de aceite, agua y gas. Los agentes químicos típicamente actúan sobre la película interfacial ya sea mediante la reacción química con los componentes polares del crudo, por ejemplo, al ajustar el pH, o mediante la modificación de la fase de límite de las gotas dispersadas mediante el debilitamiento de las capas estabilizadoras y el mejoramiento de la coalescencia de las gotas (desemulsificación). Tales desemulsionantes con interfaz activa son los químicos preferidos debido a que se necesita tasas de adición más bajas. A menudo se combinad varios métodos. Un método comúnmente utilizado para el tratamiento de emulsiones es la aplicación

de calor y un desemulsionante químico apropiado para promover la desestabilización, seguido por un tiempo de reposo con redes electrostáticas para promover una separación gravitacional.

Los químicos para separar emulsiones (“desemulsionantes”) comúnmente utilizados son surfactantes poliméricos no iónicos, como por ejemplo polialquilenglicoles, alcoholes alcoxilados, alquilfenoles alcoxilados, aminas alcoxiladas, resinas de alquilfenol formaldehído alcoxiladas, y similares. Otro grupo de desemulsionantes son sulfonatos orgánicos. Los desemulsionantes son típicamente polímeros altamente viscosos y poco solubles en agua. Para reducir su viscosidad y para que sean utilizables, los productos desemulsionantes comerciales generalmente se formulan en grandes volúmenes de solventes orgánicos, de preferencia aromáticos. Esta dilución también facilita su dispersión en la fase de aceite y que se esparzan en el interfaz de aceite/agua y que consecuentemente mejoren su desempeño.

Una práctica común para la aplicación de desemulsionantes es inyectar al desemulsionante diluido con suficiente cantidad de un diluyente, generalmente un solvente orgánico, en la emulsión de crudo. También se pueden instalar mezcladoras para garantizar la debida mezcla del desemulsionante con la emulsión de crudo. En reposo, opcionalmente a temperatura elevada, la emulsión se somete a separación gravitacional en fases de aceite y agua. Para la aplicación de desemulsionantes directamente hacia el pozo subterráneo de aceite o gas, pozo de inyección, o similares, se requieren grandes cantidades de solvente para poder hacer entrega del aditivo de manera confiable y continua miles de pies hacia abajo en el pozo.

Las desventajas de tener solventes orgánicos en una fórmula de desemulsionante incluyen un mayor costo, toxicidad y que se debe transportar grandes volúmenes al lugar de su uso. Como alternativa, para separar las emulsiones de crudo se ha propuesto el uso de fórmulas acuosas de desemulsionantes solubles en aceite dispersos en el agua.

US-4309306 divulga una solución micelar homogénea de un agente de dispersión en forma de película delgada insoluble en agua, que abarca:

(a) de entre aproximadamente 5% y aproximadamente 75% por peso de aductos resinosos de óxido de polialquileno;

(b) de entre aproximadamente 2% y aproximadamente 30% por peso de un agente hidrotrópico;

(c) de entre aproximadamente 2% y aproximadamente 30% por peso de un agente amfipático; y

(d) de entre aproximadamente 15% y aproximadamente 90% por peso de agua, para separar o evitar las emulsiones de petróleo. Las formulaciones ejemplificadas contienen 16 a 35% en peso de un aducto resinoso de óxido de polialquileno y 34 a 52% en peso de agua.

GB-A-2167468 enseña procesos de estimulación del pozo donde un sistema acuoso se inserta en una formación subterránea que contiene hidrocarburos para aumentar su tasa de producción de aceite y/o gas. Posterior a la estimulación, se mejoran por la inserción en dicho sistema de un agente no emulsionante y un polímero orgánico catiónico donde la formación expuesta a dicho sistema se moja con agua.

US-2016/0122622 enseña las representaciones de una composición polimérica para uso en el mejoramiento de la producción de petróleo a partir de una formación. En una representación, la composición incluye un polímero en polvo con un peso molecular promedio de 0.5 a 30 millones de Daltons suspendido en un disolvente soluble en agua que tiene un HLB mayor o igual a 8 y seleccionado del grupo de surfactantes, éteres de glicol, alcoholes, codisolventes, y mezclas de los mismos, en una relación en peso de polímero en polvo a disolvente soluble en agua que varía de 20:80 a 80:20. La composición polimérica es sustancialmente anhidra. La composición polimérica está hidratada en un fluido acuoso para una solución inyectable en menos o igual a 4 horas, y contiene una concentración polimérica que oscila entre 100 ppm a 50,000 ppm y con una proporción de filtración de menos o igual a 1.5 a 15 psi utilizando un filtro de 1.2 µm.

US-5256305 divulga un método de romper la emulsión en un sistema de desalación de crudo, en el cual el desempeño de los desemulsionantes con base de aceite se compara cuando se agrega el aceite, respectivamente, a la corriente de agua de lavado y se permite que se mezcle antes de entrar en contacto con el crudo. Cuando se agrega a la fase del agua, la rotura de la emulsión es efectiva únicamente para crudos que forman emulsiones inversas (aceite en agua) cuando se mezclan con el agua de lavado a la temperatura del proceso. No se divulga la presencia de un surfactante. Sin embargo, la mala solubilidad de los desemulsionantes a base de aceite en el agua lleva a que se forme nata del aditivo (en adelante “creaming”) y a un mal desempeño altamente fluctuante, respectivamente .

WO-96/35040 divulga un concentrado de tratamiento del pozo que forma una composición acuosa de tratamiento de pozo cuando se mezcla con agua que abarca un agente desemulsionante que abarca un agente tensioactivo no iónico y opcionalmente un agente estabilizante adecuado para estabilizar dicho concentrado como una emulsión acuosa. La composición de tratamiento del pozo se prepara mediante la dilución de un concentrado de tratamiento de pozo con agua antes de su uso. El concentrado abarca aproximadamente 1 a 10% del agente desemulsionante.

US-6294093 divulga un proceso para la desemulsificación de agua en aceite, especialmente una emulsión agua en crudo que se logra al contactar la emulsión con una composición acuosa con 10 a 50% en peso de al menos un desemulsionante soluble en aceite y 0.2 a 8% en peso de al menos un surfactante soluble en agua, con la diferencia en agua. Las composiciones están libres de disolventes orgánicos.

US-2003/0032683 divulga métodos para prevenir o resolver las emulsiones de aceite en agua formadas en salmueras acuosas utilizadas como fluidos de terminación o fluidos de acondicionamiento en pozos. Las composiciones desemulsionantes pueden contener de 1 a 40% en peso de un desemulsionante, preferiblemente una sal de un ácido sulfónico, 1 a 80% en peso de un surfactante

solubilizante, preferiblemente un surfactante no iónico tal como un alcohol alcoxilado y 40 a 95% en peso de un disolvente orgánico mutuo incluyendo éter de glicol soluble en agua, amidas, cetonas y alcoholes. Se presenta el ejemplo de una mezcla de 92.5% en peso de éter de glicol solvente en agua, 2.5% en peso de ácido graso etoxilado y 5.0% en peso de sal de amina del ácido alquil aril sulfónico.

WO-2013/158989 divulga un compuesto desemulsionante en base a una microemulsión para resolver las emulsiones de hidrocarburos que se hallan en la producción de crudo, refinamiento y procesamiento químico, que contienen 2 a 30% en peso de un desemulsionante no iónico disperso en agua que contiene 5 a 40% en peso de un agente de acoplamiento que incluye disolventes orgánicos solubles en agua en la presencia de 2 a 25% en peso de un surfactante no iónico y 2 a 20% en peso de otros compuestos tensioactivos. Se presenta el ejemplo de fórmulas que contienen 7 resp. 9% en peso de desemulsionante y 38 resp. 40% en peso de agua

Debido al agotamiento de los recursos de petróleo crudo, las compañías petroleras se ven obligadas a explotar los yacimientos de petróleo crudo en lugares cada vez más remotos. Esos campos petroleros están parcialmente en tierra, por ejemplo en el desierto o en regiones árticas, así como en alta mar. En ambos casos, el suministro de aditivos necesarios para facilitar la producción de crudo al pozo se vuelve un esfuerzo logístico en aumento. Por ejemplo, en las operaciones en alta mar, el transporte de los aditivos a la plataforma puede alcanzar hasta el 20% del costo total del aditivo. Además, el transporte causa una huella de carbono evidente. Adicionalmente, hay una búsqueda continua por aditivos más eficientes y/o métodos para romper emulsiones de agua y crudo. Esto incluye el deseo de tener de aditivos que logren el grado necesario de separación a temperatura más bajas respectivamente, con tiempos de residencia más cortos y/o con menor cantidad de aditivos a fin de reducir los esfuerzos logísticos y costo. Las formulaciones acuosas de aditivos tienen ventajas en relación con aspectos ecológicos y de seguridad pero sus volúmenes en cuanto a su manejo son similarmente altos y a menudo presentan problemas cuando tienen

que manejarse a temperaturas por debajo de 0 °C y especialmente por debajo de -10 °C a menos que se hayan tomado las debidas medidas de precaución.

En consecuencia, se necesitan más desemulsionantes más económicos y amigables con el ambiente y métodos para la aplicación de dichos productos para romper el aceite y especialmente para romper las emulsiones de crudo. Sería ideal si la cantidad de disolventes, orgánicos y de agua, contenidos en los concentrados que se aplican actualmente pudiese reducirse a fin de minimizar el volumen de aditivos que deben transportarse al campo petrolero. El manejo de los aditivos debe ser fácil aún bajo condiciones climáticas adversas. Simultáneamente, se necesita métodos más eficientes para romper las emulsiones de agua y aceite y especialmente para romper las emulsiones de agua en aceite y las emulsiones complejas que contienen una emulsión de agua en aceite. A la vez, la eficiencia de los componentes activos y/o los métodos de su aplicación deberían ser iguales o, en lo posible, exceder el desempeño de las formulaciones de acuerdo con el estado de la técnica. Esto incluye tasas más rápidas de separación, además de una mejor eficiencia de separación a temperaturas más bajas, un menor contenido de agua en el crudo, un menor contenido de sal en el crudo y/o un menor contenido de aceite en el agua separada que se va a desechar. Finalmente, el riesgo del solvente, de ser necesario, debería ser lo más bajo posible.

Inesperadamente, se halló que las composiciones de desemulsionantes que abarcan una cantidad significativa de un surfactante polimérico no iónico soluble en aceite como su desemulsionante y una cantidad pequeña de surfactante formulado en un disolvente orgánico miscible en agua pueden dispersarse de manera estable en el agua para producir dispersiones acuosas con un desempeño superior en la rotura de emulsiones de agua y aceite y especialmente de emulsiones de agua en aceite en comparación con su formulación de disolventes aromáticos. Una mayor concentración del desemulsionante en el compuesto y una mayor eficiencia del material activo debido a su modo de aplicación ambos reducen la cantidad total del producto necesario para tratar un barril de crudo. En consecuencia, se requiere menos espacio para

almacenamiento del desemulsionante, lo cual es especialmente ventajoso en lugares con limitaciones de espacio, por ejemplo en plataformas y/o en instalaciones de almacenamiento y descarga flotantes de la producción. Los compuestos desemulsionantes concentrados son especialmente ventajosos cuando se unen y mezclan con agua “al paso” antes de mezclarse en la emulsión que debe romperse. Dichos compuestos desemulsionantes concentrados y su método de aplicación permiten el envío de pequeños volúmenes de un compuesto desemulsionante concentrado a un campo petrolero remoto en tierra además de en alta mar, lo cual reduce el gasto para la cadena de suministro y la huella de carbono. Una vez dispersos en el agua, los compuestos desemulsionantes concentrados muestran una eficiencia superior a las respectivas formulaciones concentradas. Además, los desemulsionantes dispersos permiten la desemulsificación a temperaturas más bajas que los concentrados.

En un primer aspecto, el invento proporciona un compuesto desemulsionante concentrado que abarca:

A) al menos 50% en peso de un desemulsionante polimérico soluble en aceite para aceites minerales,
B) 0.1 a 20% en peso de un surfactante seleccionado entre surfactantes aniónicos, catiónicos, de ion híbrido y no iónicos, el surfactante es distinto del desemulsionante
C) menos de 20% en peso de un disolvente orgánico miscible en agua,
D) 3 a 49% en peso de un disolvente orgánico miscible en agua, y
E) entre 0 a 5% en peso de agua.

En un segundo aspecto, el invento proporciona una dispersión acuosa de un desemulsionante que contiene 0.1 a 5% en peso del compuesto desemulsionante concentrado de acuerdo con el primer aspecto del invento.

En un tercer aspecto, el invento proporciona un proceso para romper una emulsión de aceite y agua que abarca:

i) preparación in-situ de una dispersión acuosa del compuesto desemulsionante concentrado de acuerdo con el primer aspecto del invento en un fluido acuoso, y

ii) mezclar la dispersión acuosa con una emulsión de aceite y agua,

donde la dispersión acuosa contiene 0.1 a 7% en peso del desemulsionante concentrado de acuerdo con el primer aspecto del invento.

En un cuarto aspecto, el invento proporciona el uso de un compuesto desemulsionante concentrado para resolver una emulsión de agua y aceite, que abarca los pasos de:

a) dosificación continua 0.1 a 7% en peso de un compuesto desemulsionante concentrado de acuerdo con el primer aspecto del invento hacia una corriente de fluido acuoso,

b) mezcla en línea de la corriente de fluido acuoso que contiene el compuesto desemulsionante concentrado de acuerdo con el primer aspecto del invento y la corriente de fluido acuoso desde el punto de adición del concentrado para obtener una dispersión del desemulsionante en el fluido acuoso,

c) la mezcla de 0.01 a 3.5% en peso de la corriente de fluido acuoso que contiene el compuesto desemulsionante concentrado disperso con una emulsión de agua y aceite,

d) gotas de agua coalescentes de la emulsión y

e) separar la fase de aceite de la fase de agua.

De acuerdo con el primer aspecto del invento, los compuestos desemulsionantes concentrados son esencialmente libres de agua. Los concentrados contienen menos de 5% en peso de agua, más preferiblemente entre 0.1 y 2.5 y especialmente entre 0.5 y 1% en peso como por ejemplo menos de 2.5% en peso o menos de 1% en peso o entre 0.1 y 5% en peso, entre 0.1 y 1% en peso, entre 0.5 y 5% en peso o entre 0.5 y 2.5% en peso de agua.

DESEMULSIONANTES (A)

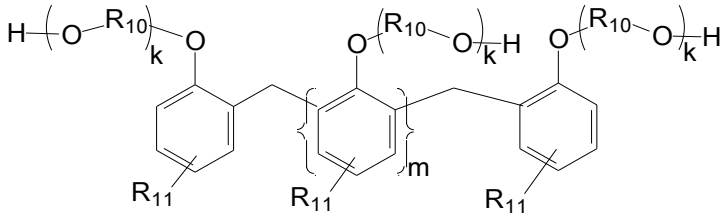
Se entiende que los desemulsionantes poliméricos solubles en aceite (A) para aceites minerales significan todos los aditivos que facilitan la separación de agua de las emulsiones de agua y aceite y especialmente de emulsiones de agua y crudo. Los desemulsionantes preferidos son surfactantes poliméricos no iónicos. Los desemulsionantes pueden ser un solo desemulsionante, o una combinación o mezcla de más de un desemulsionante. La selección del mejor desemulsionante a utilizarse, además de si se debe usar un solo desemulsionante o una mezcla dependerá de la emulsión particular a tratarse.

Los desemulsionantes poliméricos solubles en aceite preferidos (A) son los surfactantes no iónicos poliméricos solubles en aceite. Dichos desemulsionantes son bien conocidos en el estado de la técnica e incluyen, por ejemplo, alquilfenoles polioxialquilados, resinas de alquilfenol polioxialquiladas, alcanoles polioxialquilados, polioles polioxialquilados, alquilaminas polioxialquiladas, aminas poliméricas polioxialquiladas, ésteres de resinas de poliglicol, ésteres de glicol y ésteres de glicol polioxialquilados. Estos polímeros pueden luego cruzarse con por ejemplo aldehídos, éteres de diglicidilo, incluido el éster de diglicidilo bisfenol A, diisocianatos, ácidos policarboxílicos y combinaciones de ellos. Por supuesto, esta enumeración no es exhaustiva y a un experto en la materia se le ocurrirá otros agentes desemulsificantes o mezclas de estos. Los desemulsionantes preferidos son poco solubles en agua. Poco soluble significa que su solubilidad es preferiblemente inferior a 10 g/L y especialmente inferior a 1 g/L. Los desemulsionantes poliméricos solubles en aceite (A) preferidos son líquidos viscosos con poca o incluso sin cristalinidad.

Los grupos alquilos preferidos en los desemulsionantes incluyen grupos alquilo C_1-C_{30} que pueden ser de cadena lineal o ramificada como, por ejemplo, t-butilo, t-amilo, di-t-butilo, n-nonilo, tri isopropilo, tetraisopropilo, penta isopropilo. Usualmente se introducen a través de las materias primas utilizadas para la preparación del desemulsionante como por ejemplo por alquilfenoles, resinas de alquilfenol, alcanoles y/o alquilaminas. Los polioles preferidos incluyen dioles, trioles, tetroles y sorbitoles. Los óxidos de alquileno preferidos para la preparación de los desemulsificantes son óxido de etileno, óxido de propileno,

óxido de butileno y sus mezclas. En los desemulsionantes preferidos que contienen mezclase de óxidos de alquileno, los distintos óxidos de alquileno pueden distribuirse estadísticamente, en bloques o contener una mezcla de ambas distribuciones. Los ejemplos de desemulsionantes especialmente preferidos incluyen aductos de resina alquilfenólica polialcoxilada y polialquilenglicoles.

En una representación preferida, el desemulsionante polimérico soluble en aceite contiene una resina fenólica polioxalquilada (1)



(1)

donde

R^{10} es C_2 a C_4 alquileno

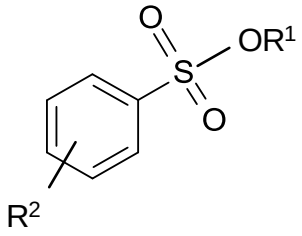
R^{11} es C_1 a C_{18} alquilo

k es un número del 1 al 200

m es un número del 1 al 100

En una representación preferida R^{10} es un etileno o un grupo propileno. En otra representación preferida, R^{11} es un grupo alquilo C_4 a C_{12}, más preferiblemente un grupo butilo terciario o un grupo iso-nonilo o una mezcla de ambos. En la fórmula (1), R^{10}, R^{11} y k pueden ser las mismas en cada una de las unidades que se repiten, o pueden ser distintas de una unidad a otra. En otra representación preferida k es un número entero de 1 a 20. En otra representación preferida m es un número entero de 3 a 20.

En una representación preferida el desemulsionante polimérico soluble en aceite además contiene un ácido alquilaril sulfónico y/o su sal. Los ácidos sulfónicos preferidos especialmente son los ácidos alquilarilos sulfónicos de la fórmula (2)



(2)

donde

R^1 es seleccionada de hidrógeno, metales alcalinos, metales alcalinotérreos, amonio y sales de N-alquilamonio.

R^2 es un residuo alquilo lineal o ramificado con 1 a 20 átomos de carbono.

Las sales de alquilamonio preferidas de ácidos alquil aril sulfónicos (2) se derivan de alquil aminas que llevan uno a tres residuos alquilos con, independientemente, 1 a 6 átomos de carbono, que pueden ser opcionalmente sustituidos con un grupo hidroxilo. El ácido alquil aril sulfónico preferido es el ácido dodecil bencil sulfónico y sus sales con sodio, potasio y amonio.

Cuando un ácido alquil aril sulfónico está presente, constituye parte de los desemulsionantes poliméricos solubles en aceite (A). La relación de peso entre el ácido alquil aril sulfónico y el surfactante polimérico no iónico es preferiblemente entre 5 : 1 y 1 : 10 y especialmente entre 2:1 y 1:5, como por ejemplo entre 5 : 1 y 1 : 5 o entre 2 : 1 y 1 : 10.

La ruptura de las emulsiones con un desemulsionante requiere una sustancia química adecuadamente seleccionada/optimizada para la emulsión dada de agua y aceite. A menudo se aplican las fórmulas que contienen dos o más como por ejemplo tres, cuatro, cinco o más componentes. Usualmente, la porción entre los componentes individuales y la totalidad de componentes es entre 1 y 99-% en peso y especialmente entre 10 y 90% en peso como por ejemplo entre 1 y 90% en peso o entre 10 y 99% en peso.

En una representación preferida, el concentrado - de acuerdo con el primer aspecto del invento - contiene entre 50 y 94% en peso, más preferiblemente entre 65 y 93% en peso-, especialmente preferido entre 76 y 92% en peso y

especialmente entre 80 y 90 % en peso como por ejemplo al menos 65% en peso o al menos 76% en peso o al menos 80% en peso o entre 50 y 93% en peso, entre 50 y 92 % en peso, entre 50 y 90% en peso, entre 65 y 94% en peso, entre 65 y 92% en peso, entre 65 y 90% en peso, entre 76 y 94% en peso, entre 76 y 93% en peso, entre 76 y 90% en peso, entre 80 y 94% en peso, entre 80 y 93% en peso o entre 80 y 92% en peso del desemulsionante polimérico soluble en aceite (A).

SURFACTANTE (B)

Los surfactantes (B) preferidos como componente en el compuesto desemulsionante concentrado se seleccionan entre emulsionantes aniónicos, catiónicos, de ion híbrido y no iónicos. Además del grupo de cabeza polar aniónico, catiónico, de ion híbrido o no iónico que imparte solubilidad en agua, los surfactantes preferidos (B) contienen una parte lipofílica que abarca un residuo hidrocarbilo con 8 a 30 y especialmente 10 a 22 como por ejemplo con 8 a 22 o 10 a 30 átomos de carbono. El residuo hidrocarbilo puede ser alifático, aromático o alquil aromático. Los grupos alquilos como parte del surfactante (B) incluyen residuos lineales, saturados y no saturados. Los surfactantes (B) preferidos tienen un equilibrio hidrofílico-lipofílico (en adelante “valor HBL”) de al menos 7, más preferiblemente de al menos 9 y especialmente de más de 10. El valor HLB puede calcularse según Davies (Interfaces Gas/Líquido y Líquido/Líquido. Actas del 2º Congreso Internacional de Actividades en la Superficie, Butterworths, Londres 1957). Los surfactantes preferidos son solubles en agua o dispersables en agua. Se da por supuesta la solubilidad en agua o dispersabilidad en agua si el valor HLB es 7 o más, preferiblemente 9 o más y especialmente si es más de 10.

Los emulsionantes aniónicos contienen un radical lipofílico y un grupo de cabeza polar, que lleva un grupo aniónico, por ejemplo un grupo carboxilato, sulfonato,

fosfonato o fenóxido. Los emulsionantes aniónicos típicos incluyen, por ejemplo, sales de ácidos grasos que tienen un radical hidrocarbonado saturado o insaturado que tiene de 8 a 24 átomos de carbono. El radical hidrocarbonado puede ser lineal, ramificado o cíclico, preferiblemente es lineal. Las sales preferidas son las sales de metales alcalinos, alcalinotérreos y de amonio, por ejemplo, palmitato de sodio, oleato de potasio, estearato de amonio, talloato de dietanolamonio y cocoato de trietanolamonio. Los emulsionantes particularmente preferidos son sales de ácidos grasos que tienen de 12 a 20 átomos de carbono y especialmente de ácidos grasos insaturados que tienen de 12 a 20 átomos de carbono, por ejemplo ácido oleico, ácido linoleico y/o ácido linolénico, con iones de metales alcalinos, amonio y especialmente alcanolamonio. En una representación específica, se utilizan las mezclas de sales de ácidos carboxílicos cíclicos y ácidos grasos lineales insaturados. Otros emulsionantes aniónicos adecuados son surfactantes aniónicos poliméricos, por ejemplo basados en copolímeros de alquil neutralizados (met) acrilatos y ácido (met) acrílico, y ésteres parciales neutralizados de copolímeros de ácido estireno-maleico. Los sulfatos de alcoholes grasos alcoxilados, alquilfenoles y sulfosuccinatos, y especialmente las sales de metales alcalinos, alcalinotérreos, amonio y alquilamonio también son adecuados como emulsionantes aniónicos.

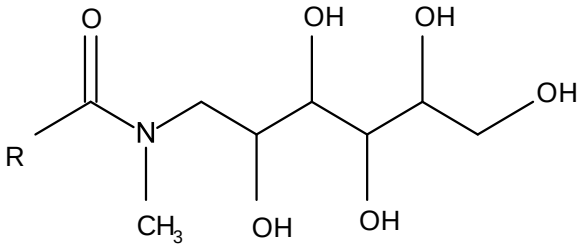
Los emulsionantes catiónicos contienen un radical lipofílico y un grupo de cabeza polar que lleva un grupo catiónico. Los emulsionantes catiónicos típicos son sales de aminas primarias, secundarias o terciarias de cadena larga de origen natural o sintético que llevan al menos un residuo alquilo con 8 a 20 átomos de carbono. Las sales de amonio cuaternario, por ejemplo, sales de tetraalquilamonio y sales de imidazolinio derivadas de grasa de sebo también son adecuadas como emulsionantes catiónicos.

Se entiende que los emulsionantes de ion híbrido significan anfifílicos cuyo grupo de cabeza polar lleva tanto un sitio aniónico como un sitio catiónico que están unidos entre sí a través de enlaces covalentes. Los coemulsionantes de ion híbrido típicos incluyen, por ejemplo, N-alquil N-óxidos, N-alquil betaínas y N-alquil sulfobetaínas.

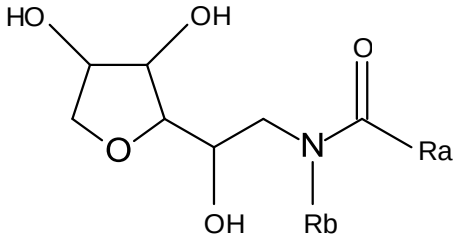
Los emulsionantes no iónicos contienen un radical lipofílico y un grupo de cabeza polar que es electro neutral, por ejemplo un grupo hidroxilo y/o éter. Los surfactantes no iónicos preferidos (B) tienen un equilibrio hidrofílico-lipofílico (valor HLB) de al menos 7 y preferiblemente entre 7 y 20, más preferiblemente entre 9 y 18 y especialmente entre más de 10 y 16, como por ejemplo entre 7 y 18, entre 7 y 16, entre 9 y 20, entre 9 y 16, entre más de 10 y 20 o entre más de 10 y 18.

Los emulsionantes no iónicos típicos son, por ejemplo, alcanoles C_8- a C_{20}-oxialquilados, alquifenoles C_8- a C_{12}-, ácidos grasos-C_8- a C_{20} o amidas de ácido graso-C_8- a C_{20} que contienen preferiblemente 5 a 80 y especialmente 10 a 50, como por ejemplo 5 a 50 o 10 a 80 unidades recurrentes derivadas de uno o más óxidos de alquileno. El óxido de alquileno preferido es el óxido de etileno. Otros ejemplos adecuados de emulsionantes no iónicos son poli (óxidos de alquileno) en forma de copolímeros de bloques de diferentes óxidos de alquileno tales como óxido de etileno y óxido de propileno, y ésteres parciales, éteres parciales y éteres/ésteres parciales de polioles o alcanolaminas con ácidos grasos. Los surfactantes no iónicos (B) especialmente preferidos son alcoholes alcoxilados, ácidos grasos alcoxilados, alquilfenoles alcoxilados, ésteres parciales de polioles etoxilados que incluyen ésteres de ácidos grasos de sorbitán polioxietilado y ésteres parciales, éteres y amidas de polioles que incluyen alquilpoliglicósidos y glucaminas N-aciladas N-alquil.

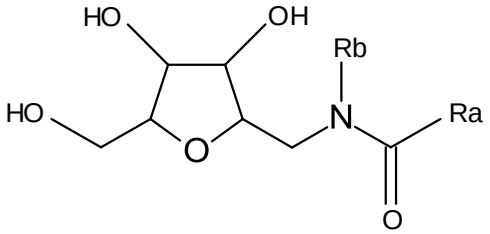
Las glucaminas N-aciladas N-alquil especialmente preferidas incluyen estructuras con grupos de cabeza lineales de acuerdo con la estructura (3), así como estructuras con grupos de cabeza cíclicos de acuerdo con la estructura (4)



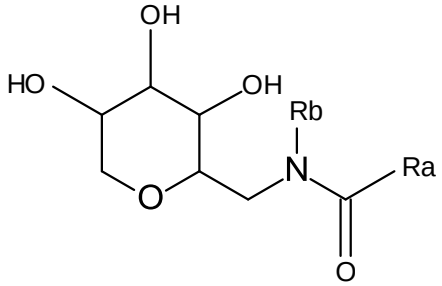
(3)



(4a)



(4b)



(4c)

donde

R, Ra son independientemente un grupo hidrocarbilo alifático C_5 a C_{29} y

Rb es un grupo hidrocarbilo alifático C_1 a C_6.

La porción de surfactante (B) en el compuesto desemulsionante concentrado es tal que el surfactante generará y estabilizará una dispersión cuando el concentrado se mezcle con agua. Usualmente, su porción en el compuesto desemulsionante concentrado es entre 0.1 y 20% en peso-, preferiblemente entre 0.5 y 10% en peso y especialmente entre 1 y 7% en peso- como por ejemplo entre 0.1 y 10% en peso, entre 0.1 y 7% en peso, entre 0.5 y 20% en peso, entre 0.5 y 7% en peso, entre 1 y 20% en peso o entre 0.1 y 10% en peso.

SOLVENTE ORGÁNICO MISCIBLE EN AGUA (D)

Los disolventes orgánicos miscibles en agua (D) adecuados son líquidos a temperatura y presión ambiente, es decir, a 25 ° C y 1 atm Miscible en agua significa que son al menos miscibles con agua en la medida en que el compuesto desemulsionante concentrado la introduce en el fluido acuoso. Los disolventes orgánicos preferidos (D) tienen puntos de ebullición superiores a 50 °C y especialmente superiores a 70 °C. Los disolventes orgánicos miscibles en agua (D) preferidos poseen una alta polaridad y tienen una constante dieléctrica de al menos 10 y especialmente al menos 12. Dichos disolventes contienen típicamente de 10 a 80% en peso de heteroátomos tales como oxígeno y/o nitrógeno. Se da especial preferencia a los disolventes que contienen oxígeno. Los disolventes orgánicos miscibles en agua (D) especialmente preferidos se seleccionan de alcoholes, glicoles, éteres de glicol, ésteres, amidas, cetonas y sus mezclas. Los disolventes orgánicos miscibles en agua (D) especialmente preferidos tienen de 1 a 6 átomos de carbono y los más preferidos tienen uno, dos, tres o cuatro átomos de carbono.

Los alcoholes preferidos tienen 1 a 6 átomos de carbono y 1 a 4 grupos hidroxilo, pero no más de un grupo hidroxilo por átomo de carbono. Los alcoholes preferidos son metanol, etanol, n-propanol, iso-propanol, n-butanol, iso-butanol, tert.-butanol, los diversos isomas de pentanol y hexanol, etilenglicol, propilenglicol, butilenglicol, neopentilglicol y glicerol. Se prefieren especialmente los alcoholes monohídricos con 1 a 4 átomos de carbono, por ejemplo metanol, etanol, n-propanol, iso-propanol, n-butanol, iso-butanol y tert.-butanol.

Los éteres de glicol miscibles en agua preferidos son dímeros, trímeros y oligómeros de etilenglicol y propilenglicol tales como dietilenglicol, trietilenglicol, oligoetilenglicol, dipropilenglicol, tripropilenglicol y oligopropilenglicoles. Los oligoetilenglicoles y los oligopropilenglicoles tienen preferiblemente un peso molecular promedio entre 200 y 1.000 g/mol. De manera similar, los éteres de etilenglicol o propilenglicol con alcoholes inferiores que tienen de 1 a 3 átomos de carbono, que incluyen, pero no se limitan a, etilenglicol monometil éter, etilenglicol dimetil éter, etilenglicol monoetil éter y etilenglicol dietil éter son adecuados.

Los ésteres preferidos son acetato de etilo y acetato de 2-etoxietilo. Las amidas preferidas son acetamida, N, N-dimetilformamida, acetamida y N, N-dimetil acetamida. Las cetonas preferidas son acetona, butanona y pentanona.

Los disolventes orgánicos miscibles en agua (D) particularmente preferidos son metanol, etanol, etilenglicol y glicerol y mezclas que contienen estos disolventes. En una realización preferida, el compuesto desemulsionante concentrado miscible en agua contiene al menos un alcohol monohídrico. Preferiblemente, el disolvente miscible en agua contiene más de 10% en peso, more preferiblemente 20 a 90% en peso y especialmente 40 a 75 % en peso como por ejemplo más de 20% en peso, más de 40% en peso o 10 a 90% en peso, 10 a 75% en peso, 20 a 75% en peso, o 40 a 90% en peso de un alcohol monohídrico. En una representación preferida adicional, el disolvente miscible en agua es un alcohol monohídrico.

El compuesto desemulsionante concentrado contiene entre 3 y 49% en peso, preferiblemente entre 5 y 34% en peso, especialmente entre 7 y 23% en peso y especialmente de manera preferente entre 10 y 19% en peso como por ejemplo entre 3 y 34-% en peso, entre 3 y 23% en peso, entre 5 y 49% en peso, entre 5 y 23-% en peso, entre 5 y 19% en peso, entre 7 y 49% en peso, entre 7 y 34-% en peso, entre 7 y 19% en peso, entre 10 y 49% en peso, entre 10 y 34% en peso o entre 10 y 23% en peso de al menos un disolvente orgánico miscible en agua (D).

DISOLVENTE ORGÁNICO INMISCIBLE EN AGUA (C)

El disolvente orgánico no miscible en agua (C) es un componente opcional. Con el fin de reducir la viscosidad del desemulsionante (A), la presencia de una pequeña cantidad de un disolvente inmiscible en agua a menudo ha demostrado facilitar la dispersión del compuesto desemulsionante concentrado en el fluido acuoso y respaldar el rendimiento en la ruptura de las emulsiones de agua y aceite.

Los disolventes orgánicos inmiscibles en agua (C) son los hidrocarburos alifáticos, aromáticos y alquilaromáticos y sus mezclas, éstos son especialmente útiles. Los

desemulsionantes (A) utilizables de acuerdo con el invento son al menos parcialmente solubles en estos disolventes al menos hasta un 20% en peso a 50 °C. Los disolventes preferidos no contienen ningún grupo polar en la molécula. Para minimizar la complejidad del aparato, su punto de ebullición es preferiblemente superior a la temperatura de funcionamiento, por ejemplo, superior a 60 °C y preferiblemente superior a 80 °C como, por ejemplo, entre 80 y 200 °C en condiciones estándar. Ejemplos de disolventes adecuados son decano, tolueno, etilbenceno, xileno, dietilbenceno, trimetilbenceno, naftaleno, tetralina, decalina y mezclas de solventes comerciales como Shellsol®, Exxsol®, Isopar®, Solvesso®, nafta solvente, nafta aromática y/o queroseno. En realizaciones preferidas, el disolvente inmiscible en agua comprende al menos 10% en peso, preferiblemente 20 a 100% en peso, por ejemplo 30 a 90% en peso, de componentes aromáticos.

La porción del disolvente orgánico inmiscible con agua (C) en el compuesto desemulsionante concentrado es preferiblemente entre 0.1 y 20% en peso, más preferiblemente entre 0.5 y 10% en peso y especialmente entre 1 y 5% en peso como por ejemplo inferior a 10% en peso, inferior a 1% en peso, inferior a 5% en peso o entre 0.1 y 10% en peso, entre 0.1 y 5% en peso, entre 0.5 y 20% en peso-, entre 0.5 y 5% en peso, entre 1 y 20% en peso o entre 1 y 10 % en peso. Si hay presencia de disolvente orgánico inmiscible en agua (C) en el compuesto desemulsionante concentrado, su contenido es preferiblemente inferior a 20% en peso, más preferiblemente entre 0.1 y 20% en peso y especialmente preferiblemente entre 1 y 10% en peso de la cantidad de disolvente orgánico miscible en agua (D) presente, como por ejemplo inferior a 10% en peso o entre 0.1 y 20% en peso o entre 0.1 y 10% en peso de la cantidad del disolvente orgánico miscible en agua (D) presente. En una representación especialmente preferida, el compuesto desemulsionante concentrado no tiene un disolvente orgánico inmiscible en agua (C).

AGUA (E)

El agua es un componente opcional. Con frecuencia el agua es insertada en el compuesto desemulsionante concentrado mediante uno o más de los componentes en pequeñas cantidades. Preferiblemente el contenido de agua en el compuesto desemulsionante concentrado es inferior a 3.0% en peso, más preferiblemente entre 0.01 y 3.0% en peso y especialmente entre 0.1 y 1.0% en peso como por ejemplo inferior a 1.0% en peso, o inferior a 0.1% en peso, o inferior a 0.01% en peso o entre 0.01 y 5.0% en peso, o entre 0.01 y 2.0% en peso, o entre 0.01 y 1.0% en peso, o entre 0.1 y 5.0% en peso o entre 0.1 y 3.0% en peso o entre 0.1 y 2.0% en peso. Si hay presencia de agua (E) en el compuesto desemulsionante concentrado, su contenido es preferiblemente inferior a 20% en peso, más preferiblemente entre 0.1 y 10-% en peso y especialmente preferiblemente entre 1 y 8% en peso de la cantidad de solvente orgánico miscible en agua (D) presente, como por ejemplo inferior a 10% en peso o inferior a 8% en peso o entre 0.1 y 20% en peso o entre 0.1 y 8% en peso o entre 1 y 20% en peso o entre 1 y 10% en peso de la cantidad del disolvente orgánico miscible en agua (D) presente.

Los compuestos desemulsionantes concentrados, de acuerdo con el invento, preferiblemente contienen:

A) 50 a 94 % por peso de al menos un desemulsionante,
B) 0.1 a 20% en peso de un surfactante seleccionado entre surfactantes aniónicos, catiónicos, de ion híbrido y no iónicos,
C) menos de 20% en peso de un disolvente orgánico miscible en agua,
D) 5 a 49 % por peso de al menos un disolvente miscible en agua, y
E) menos de 5% en peso de agua.

DISPERSIÓN EN FLUIDO ACUOSO

Para la aplicación del compuesto desemulsionante concentrado para romper una emulsión de aceite y agua, el compuesto desemulsionante concentrado se mezcla primero en un fluido acuoso para generar una dispersión del desemulsionante en

agua. Posteriormente, la dispersión acuosa del desemulsionante se mezcla con la emulsión de aceite y agua. Los fluidos acuosos adecuados para la preparación de la dispersión incluyen agua dulce y diferentes grados de salmuera, que incluyen agua del grifo, agua salobre, agua salina y agua de mar, así como agua producida con y separada del petróleo crudo. Especialmente se prefiere el agua de mar. Se entiende que el agua de mar es agua de un mar u océano. En promedio, el agua de mar contiene aproximadamente 3,5% en peso de sales disueltas. Sin embargo, dependiendo de la procedencia, el contenido de sal también puede ser mayor o menor.

Las dispersiones de desemulsionantes de acuerdo con la invención son fluidos en los que las partículas finas de un desemulsionante se dispersan en una fase líquida continua acuosa. Además del agua, la fase líquida continua contiene al menos la cantidad de disolvente orgánico miscible en agua (D) introducido por el compuesto desemulsionante concentrado. En caso de salmuera, agua de mar y similares, contienen sales disueltas. Además, el fluido acuoso puede contener disolvente orgánico miscible en agua adicional como por ejemplo metanol, etanol, etilenglicol, propilenglicol o glicerol. Cuando un disolvente orgánico miscible en agua está presente, éste forma parte de la fase continua conjuntamente con el agua. En las dispersiones de acuerdo con el invento, el desemulsionante puede estar en estado líquido o sólido. Con frecuencia, el desemulsionante es el polímero activo puro, pero preferiblemente es una solución en el disolvente orgánico (C) esencialmente insoluble en agua, preferiblemente aromático.

Para la preparación de la dispersión, el compuesto desemulsionante concentrado se mezcla con el fluido acuoso por lotes o en un modo continuo, opcionalmente con calentamiento. Frecuentemente, la agitación simple es suficiente para dispersar el desemulsionante concentrado en el fluido acuoso.

En una representación preferida, el compuesto desemulsionante concentrado se dispersa en el fluido acuoso, opcionalmente mientras se calienta uno o ambos componentes. Se da preferencia al trabajo a temperaturas entre el punto de fusión del desemulsionante polimérico soluble en aceite (A) y el punto de ebullición del

disolvente. Especialmente preferidas son las temperaturas entre 20 y 110 °C. Antes de que se agreguen al proceso de dispersión, las temperaturas del fluido acuoso y del compuesto desemulsionante concentrado pueden ser iguales o diferentes.

La cantidad del compuesto desemulsionante concentrado agregada a la fase acuosa está entre 0.1 y 7% en peso, preferiblemente entre 0.2 y 5% en peso y especialmente entre 0.3 y 2.5% en peso, como por ejemplo entre 0.1 y 5% en peso, entre 0.1 y 2.5% en peso, entre 0.2 y 7% en peso, entre 0.2 y 2.5% en peso, entre 0.3 y 7% en peso o entre 0.3 y 5% en peso en relación con la fase acuosa. Preferiblemente las dispersiones contienen 0.1 a 5% en peso, más preferiblemente 0.2 a 3-% en peso, y especialmente entre 0.5 y 2.5% en peso como por ejemplo entre 0.1 y 3% en peso, entre 0.1 y 2.5% en peso, entre 0.2 y 5% en peso, entre 0.2 y 2.5, entre 0.5 y 5% en peso o entre 0.5 y 3% en peso de desemulsionante disperso.

La dispersión del compuesto desemulsionante concentrado se puede lograr en lote o en modo continuo. En ubicaciones remotas, se ha demostrado que un modo continuo de dispersión es menos complejo y, por lo tanto, ventajoso. En una representación preferida, la dispersión del compuesto desemulsionante concentrado en la fase acuosa se sustenta y especialmente se acelera mediante una mezcla intensa. Esto proporciona tamaños de partículas más pequeños, mejora la estabilidad de la dispersión y proporciona un mejor rendimiento. Tanto las mezcladoras dinámicas como las estáticas son adecuadas para dispersar el compuesto desemulsionante concentrado y especialmente para dispersarlo de modo continuo. Preferiblemente la mezcla del compuesto desemulsionante concentrado y la fase acuosa se exponen a altas velocidades de cizallamiento de al menos 10^3 s^{-1} y preferiblemente al menos 10^5 s^{-1}, como por ejemplo al menos 10^6 s^{-1}.

En una primera preferida, la dispersión se efectúa mediante una mezcladora dinámica. Las mezcladoras dinámicas preferidas se seleccionan entre dispersores de alto cizallamiento, homogeneizadores de alta presión, homogeneizadores de

alto cizallamiento y reactores de microjet e incluyen impulsores, agitadores/mezcladoras especiales, molinos, dispersores de rotor-estator y mezcladoras de bomba integral.

Las mezcladoras dinámicas más comunes son los dispersores de rotor-estator que también se llaman mezcladoras de alto cizallamiento. Al colocar una cubierta ajustada alrededor de un impulsor de alta velocidad, se crea una acción de cizallamiento entre las cuchillas y la cubierta del estator. A medida que el material a dispersarse es bombeado centrífugamente a través del cabezal de mezcla, se genera una presión cortante que da como resultado una mezcla dispersiva. La cizalla hidráulica intensa causa una excelente capacidad de mezcla. Las máquinas de rotor estator son flexibles en sus funciones y están disponibles tanto para aplicaciones en lote y continuas. Se pueden lograr tasas de cizallamiento adecuadas, por ejemplo, mediante dispersores de disco dentado (por ejemplo, Ultra-Turrax®) u homogeneizadores de alta presión con arquitectura de canal convencional o preferiblemente angular (Microfluidizer®). Las tasas de cizallamiento adecuadas también se pueden lograr por medio de un Cavitron o por ultrasonido.

Otros ejemplos de mezcladoras dinámicas adecuadas han sido descritos en el estado de la técnica anterior. Por ejemplo,

DE-A-1082576 divulga un mecanismo de mezcla de contraflujo, en el que las palas de agitación están colocadas en ángulo sobre los brazos de soporte. Los brazos de soporte están configurados de manera similar a una espada y están posicionados en ángulo con respecto al eje del eje del mecanismo de agitación de tal manera que la dirección de transporte de la superficie del brazo de soporte es opuesta a la dirección de transporte de las palas de agitación.

US-B-7775704 divulga un dispositivo para la producción continua de emulsiones o dispersiones, excluyendo el aire; este dispositivo abarca un recipiente de mezcla que está cerrado por todos los lados y que tiene tubos de suministro y tubos de descarga para introducir y descargar sustancias o compuestos fluidos, y también

un impulsor, que permite una entrada de agitación en la emulsión o dispersión sin generar fuerzas de cavitación y sin homogeneización a alta presión.

US-B-8047702 divulga una mezcladora de alto cizallamiento en un tanque de retención operado en un proceso de flujo continuo. La tasa de flujo del material dentro y fuera del tanque de retención establece el tiempo de residencia en contacto con los elementos de cizallamiento. Se utiliza una mezcladora de cizalla por lotes en un tanque que tiene un flujo continuo entrante hacia abajo y saliente hacia arriba. La cámara de mezcla está dimensionada para el tiempo de residencia máximo necesario, la disminución del flujo aumenta el tiempo de residencia.

US-B-8622607 divulga el uso de herramientas de mezclado y cizallamiento conocidas que se sujetan a un eje, donde el eje está montado de manera giratoria en un canal al menos parcialmente cilíndrico, y las herramientas de mezcla terminan a una distancia muy corta de una superficie interna del canal y el eje tienen medios de accionamiento.

EP-A-2394804 divulga una amasadora de fusión de alto cizallamiento que incluye una unidad de alto cizallamiento que tiene un tornillo interno de retroalimentación configurado para aplicar presión de alto cizallamiento a una resina fundida.

US-A-2016/0008743 divulga una mezcladora de procesamiento de líquido que abarca una unidad de mezcla y un recipiente desaireación. La unidad de mezcla está separada del recipiente de desaireación y en conexión fluida con el recipiente de desaireación, y la mezcladora de procesamiento de líquidos abarca al menos una entrada de aditivo colocada entre el recipiente de desaireación y un dispositivo de mezcla de alto cizallamiento de la unidad de mezcla para introducir el aditivo con la corriente del recipiente de desaireación

En otra representación preferida, la dispersión se efectúa mediante una mezcladora estática. Las mezcladoras estáticas son dispositivos ubicados en un tubo que tiene partes internas estacionarias que efectúan la mezcla de corrientes

de productos fluidos utilizando energía de flujo. Al intensificar las turbulencias en el tubo a través del cual ocurre el flujo, reducen la zona requerida para lograr un estándar suficiente de mezcla En representaciones preferidas, éstas consisten en múltiples elementos de mezcla, del mismo tipo o diferentes, que se instalan sucesivamente en un canal a través del cual fluye la corriente del producto, individualmente o combinados en grupos, y compensados en 90 ° entre ellos. Los elementos de mezcla deben configurarse de tal manera que desvíen espacialmente y cizallen los flujos del producto.

La elección de una mezcladora estática adecuada depende - no de forma poco importante - del flujo en el tubo de transporte: por ejemplo, un flujo laminar requiere una separación, reordenamiento y mezcla de la corriente más intensivos que el flujo turbulento. La técnica anterior incluye una multiplicidad de diseños de mezcladoras estáticas que son adecuadas para el proceso de acuerdo con el invento. En relación con los distintos diseños de mezcladoras estáticas, se hace referencia al análisis en M. H. Pahl y E. Muschelknautz, Chem.-Ing.-Tech., volumen 51 (1979), páginas 347 a 364, y esta divulgación está incorporada en esta solicitud a manera de referencia.

Las siguientes han demostrado ser mezcladoras estáticas útiles, por ejemplo, Multiflux, Sulzer, PMR, McHugh, Komax and Honeycomb, X, Ross-ISG y las mezcladoras helicoidales. Se da especial preferencia a las mezcladoras helicoidales que tienen grupos de elementos helicoidales de 2 a 200, preferiblemente de 5 a 100 y especialmente de 10 a 50; dichos elementos de mezcla efectúan una mezcla radial completa, por ejemplo las mezcladoras Kenics.

Se da preferencia al uso de la mezcladora estática en una tubería utilizada para transportar el fluido acuoso combinado con el compuesto desemulsionante concentrado al recipiente de separación de agua. Otros componentes aditivos que se agregan a la fase acuosa en proporciones menores, por ejemplo, hasta 10% en volumen, preferiblemente hasta 5% en volumen y especialmente hasta 1% en volumen, también se pueden agregar directamente a la mezcladora estática mediante un punto de inyección. Para lograr un grado suficiente de mezcla, se da

preferencia a una longitud relativa del mezclador L/D de 2 a 50, en particular de 3 a 10, especialmente de 5 a 10, donde L es la longitud y D es el diámetro de la zona de mezcla.

Se da preferencia a que la mezcladora estática se dimensione de tal manera que la caída de presión sobre la zona de mezcla sea inferior a 10 bares, en particular de 0.001 a 5 bares y especialmente de 0.05 a 1 bar. En el caso más simple, la presión utilizada para transportar el fluido acuoso se utiliza para mezclar. Sin embargo, también es posible utilizar bombas que aumenten la presión.

De manera similar, un proceso de mezcla por inyección donde el desemulsionante concentrado se inyecta en una corriente de fluido acuoso con un chorro de líquido de alta velocidad y área abierta a través de una bomba de inyección como se describe, por ejemplo, en el documento WO 99/43887, es adecuado.

Independientemente de la técnica aplicada para la dispersión del compuesto desemulsionante concentrado, la temperatura del compuesto desemulsionante concentrado para mezclar y dispersar en agua se ajusta preferiblemente de tal manera que su viscosidad sea inferior a 5,000 mPas, preferiblemente entre 1 y 1,000 mPas y más preferiblemente entre 10 y 500 mPas. Dependiendo del compuesto desemulsionante concentrado, estos pueden ser de hasta 120 °C, generalmente de 10 a 100 °C. El fluido acuoso puede tener una temperatura mayor o menor.

De manera similar, para obtener una dispersión homogénea, el tiempo requerido para mezclar es inferior a 60 segundos, preferiblemente inferior a 30 segundos, en particular inferior a 15 segundos y especialmente inferior a 5 segundos. Sustancialmente, esto corresponde al tiempo que los componentes requieren para fluir a través de la mezcladora y es más rápido por un factor de 100 a 10,000 que en el caso de la mezcla por lotes.

La temperatura de la mezcla a la salida de las mezcladoras dinámica y estática es preferiblemente de 25 a 90 °C, y preferiblemente de 30 a 85 °C, respectivamente.

El proceso según el invento en principio no requiere temperatura constante. Se da preferencia a mantener la temperatura constante a la salida de la mezcladora durante el mezclado dentro de ± 10 °C, especialmente dentro de ± 5 °C.

Inmediatamente después de su preparación, el tamaño medio de partícula de la dispersión acuosa medida por dispersión dinámica de luz (promedio Z) es preferiblemente inferior a 50 µm, más preferiblemente entre 0.001 y 20 µm y especialmente entre 0.01 y 10 µm como por ejemplo entre 0.001 y 50 µm, entre 0.001 y 10 µm, entre 0.01 y 50 µm, entre 0.01 y 20 µm, entre 0.001 y 5 µm o entre 0.01 y 5 µm. En una representación preferida, el tamaño de partícula es inferior a 1 µm como por ejemplo entre 0.001 y 1 µm o entre 0.01 y 1 µm.

DESEMULSIFICACIÓN

Además de un desemulsionante (A) debidamente seleccionado/optimizado, la ruptura de una emulsión dada requiere una cantidad adecuada del desemulsionante, una mezcla adecuada del desemulsionante disperso con la emulsión de agua y aceite y un tiempo de retención suficiente en los separadores para que se asienten las gotas de agua. Preferiblemente, la separación se realiza a temperaturas elevadas, por ejemplo a temperaturas superiores a 30 °C, más preferiblemente entre 40 °C y 160 °C, y especialmente entre 50 y 150 °C, como, por ejemplo entre 30 y 160 °C, entre 30 y 150 °C, entre 40 y 150 °C o entre 50 y 160 °C. El proceso es especialmente ventajoso a temperaturas inferiores a 90 °C e incluso inferiores a 80 °C, como por ejemplo entre 30 y 90 °C, entre 30 y 80 °C, entre 40 y 90 °C, entre 40 y 80 °C o entre 40 y 90 °C.

En una representación preferida, el fluido acuoso que contiene un desemulsionante disperso se dosifica y se mezcla con la emulsión de agua y aceite inmediatamente después de su preparación. Inmediatamente significa que el fluido acuoso se mezcla con la emulsión sin almacenamiento intermedio; la residencia en una línea de transporte o dosificación no es crucial para la estabilidad y/o el rendimiento del fluido acuoso. Usualmente, la tasa de

dosificación del fluido acuoso que contiene el compuesto desemulsionante concentrado una vez disperso en la emulsión de agua y aceite está entre 0.01 y 3.5% en peso, preferiblemente entre 0.02 y 2% en peso y especialmente entre 0.05 y 1-% en peso como por ejemplo entre 0.01 y 2% en peso, entre 0.01 y 1% en peso, entre 0.02 y 3.5% en peso, entre 0.02 y 1% en peso, entre 0.05 y 3.5% en peso o entre 0.05 y 2% en peso con respecto a la emulsión de agua y aceite. La mayor cantidad de dispersión acuosa del desemulsionante en comparación con el respectivo compuesto desemulsionante concentrado hace posible que el desemulsionante se mezcle más uniformemente con la emulsión. Se pueden instalar mezcladoras especiales para garantizar la debida mezcla del desemulsionante disperso con la emulsión de agua y aceite. Los expertos en la técnica conocen mezcladoras adecuadas que incluyen válvulas mezcladoras, plumas de inyección, mezcladoras de inyección, mezcladoras cinéticas, mezcladoras estáticas y mezcladoras de vórtice. A menudo, las turbulencias inducidas por el flujo rápido a través de las tuberías y especialmente a través de sus estranguladores y curvas son suficientes para mezclar adecuadamente el desemulsionante con la emulsión de agua y aceite. Esto es especialmente válido para aplicaciones profundas.

La cantidad de desemulsionante concentrado de acuerdo con el invento que se añade a la emulsión de agua y aceite se determina por la concentración resultante del desemulsionante (A). La cantidad de desemulsionante (A), como componente del compuesto de acuerdo con el invento, que se agregará a la emulsión de agua y aceite variará de acuerdo con el sistema de emulsión que se va a romper, pero en general se calcula una cantidad suficiente de desemulsionante (A) calculada de forma activa está en el rango de aproximadamente 1 a 1000 partes por millón (ppm) por peso de la emulsión de agua y aceite, preferiblemente de aproximadamente 2 a 100 ppm y especialmente de aproximadamente 5 a 50 ppm, como por ejemplo de aproximadamente 1 a 100 ppm, de aproximadamente 1 a 500 ppm, de aproximadamente 2 a 1,000 ppm, de aproximadamente 2 a 50 ppm, de aproximadamente 5 a 1,000 ppm o de aproximadamente 5 a 50 ppm.

El método para resolver una emulsión de agua y aceite según el invento es adecuado para emulsiones de agua y petróleo crudo y preferiblemente para emulsiones que contienen crudo con gravedad API entre 10 y 60 ° y especialmente para emulsiones que contienen crudo con gravedad API entre 14° y 30°, como por ejemplo entre 10 y 30° o entre 14 y 60°. Es ventajosamente aplicable a la ruptura de emulsiones de agua en aceite. Además de las aplicaciones sobre el nivel del suelo, las dispersiones de acuerdo con el invento son especialmente adecuadas para la aplicación en el anillo de revestimiento de los pozos de petróleo donde se mezclan con los fluidos del pozo antes de su viaje por la tubería del pozo y, por lo tanto, pueden romper emulsiones y/o prevenir la formación de emulsiones. Cuando se logra la ruptura de las emulsiones en la superficie, la dispersión se introduce preferiblemente en o cerca de la cabeza del pozo, lo que le permite mezclarse con la emulsión en las líneas de flujo durante su transferencia al separador. Se puede aplicar por igual para la operación de las desaladoras.

La aplicación de compuestos desemulsionantes altamente concentrados de acuerdo con el invento permite reducir significativamente el esfuerzo logístico para (aplicar) desemulsionantes químicos en ubicaciones remotas. Como el compuesto desemulsionante concentrado según el invento está esencialmente libre de agua, puede manipularse, bombearse y/o cargarse incluso a bajas temperaturas. La viscosidad del compuesto desemulsionante concentrado puede ajustarse a las necesidades por el contenido de disolvente orgánico miscible en agua (D) y/o disolvente orgánico inmiscible en agua (C). Cuando se dispersan en fluidos acuosos como agua de mar, salmuera o incluso agua producida - que generalmente está fácilmente disponible en dichos lugares - los compuestos desemulsionantes concentrados se pueden aplicar muy fácilmente.

Además, el uso de fluidos acuosos como agua de mar o agua producida como portador para el desemulsionante da lugar al esparcimiento más efectivo del desemulsionante en la interfase entre aceite y agua y una reducción más eficiente de la tensión interfacial (IFT). A medida que se dispersa en agua, el compuesto desemulsionante concentrado se aplica en forma de gotas finamente distribuidas

con una cantidad sustancialmente mayor de partículas disponibles para interactuar con la fase límite de una emulsión de agua y crudo. La velocidad de tales partículas pequeñas es mayor que con las partículas macroscópicas y facilita el contacto con y la propagación en la interfase de agua-aceite. El surfactante además sustenta la transferencia del material activo a la interfaz. Una vez que se reduce la IFT, la rápida coalescencia y, como consecuencia, el crecimiento del tamaño de gota de agua da como resultado una separación acelerada del agua emulsionada en el aceite. Esto permite reducir la tasa de dosificación del desemulsionante y/o reducir el tiempo de residencia de la emulsión en el separador en comparación con las formulaciones de acuerdo con el estado de la técnica anterior.

Dentro de esta especificación, los porcentajes son porcentajes de peso a menos que se especifique lo contrario.

Ejemplos:

Preparación de compuestos desemulsionantes concentrados (CD)

Los componentes dados en la tabla 1 se pesaron en un vaso de precipitación de 250 ml y se agitan durante 15 minutos a 40 °C para dar los compuestos desemulsionantes concentrados CD1 a CD 12. Los siguientes desemulsionantes (D), surfactantes (SF) y disolventes miscibles en agua (WS) se usaron para la preparación de los concentrados:

D1: Resina formaldehído de nonilfenol oxialquilado, reticulado con tolueno diisocianato, que contiene 25% de disolvente aromático
D2: Polímero de bloque EO-PO que contiene 60% en peso de propilenglicol
D3: Copolímero de bloque EO / PO reticulado, esterificado con una mezcla de amina grasa de sebo alcoxilada y ácido graso dímero
D4: Resina formaldehído de nonilfenol / butilfenol oxialquilado
D5: Sal de sodio del ácido dodecil bencil sulfónico

SF1: Sorbitano polietoxilado (20) parcialmente esterificado con ácido oleico (valor HLB 15)
SF2: Nonilfenol etoxilado con 8 moles de óxido de etileno (valor HLB 12)
SF3: N-Octoil / decanoil-N-metil glucamida (valor HLB 13)
SF4: Sal de dietanolamonio de ácido graso y aceite alto (valor HLB 18)
SF5: Lauril éter (2EO) sulfato, sal de sodio (valor HLB aprox. 40)

WS1: metanol
WS2: etanol
WS3: agua
WS4: etilenglicol
WS5: glicerol

Tabla 1: Ingredientes de compuestos desemulsionantes concentrados

Muestra	desemulsionante (g)			surfactante (g)	disolvente (g)
CD1	D1 (37.5)	D2 (30.7)	D3 (16.4)	SF2 (13.4)	WS2 (8.2)
CD2	D1 (34.8)	D2 (28.4)	D3 (9.4)	SF2 (19.2)	WS2 (8.2)
CD3	D1 (29.7)	D2 (24.5)	D3 (35.6)	SF1 (2.0)	WS2 (8.2)
CD4	D1 (48.3)	D2 (41.5)	—	SF3 (2.0)	WS2 (8.2)
CD5	D1 (46.4)	D2 (39.9)	—	SF3 (7.5)	WS1 (6.2)
CD6	D3 (84.8)	—	—	SF4 (9.8)	WS1 (5.4)
CD7	D4 (58.0)	—	—	SF3 (4.8)	WS2 (37.2)
CD8	D1 (75.6)	—	—	SF5 (7.4)	WS4 (17.0)
CD9	D2 (17.0)	D4 (70.5)	—	SF3 (6.5)	WS5 (6.0)
CD10 (comp.)	D1 (48.3)	D2 (41.5)	—	—	WS2 (10.2)
CD11 (comp.)	D1 (24.1)	D2 (20.7)	—	SF3 (3.0)	WS2 (4.1) WS3 (49.1)
CD12 (comp.)	D1 (13.3)	D2 (26.0)	—	—	WS2 (27.8) WS3 (34.2)
CD13 (comp.)	D2 (69.0)	D5 (1.0)	—	SF3 (3.0)	WS3 (27.0)

CD14	D2 (69.0)	D5 (1.0)	—	SF3 (3.0)	WS2 (25) WS3 (2)
CD15 (comp.)	D2 (25.0)	D5 (1.0)	—	SF3 (3.0)	WS3 (71.0)

(comp.) = ejemplo comparativo, no según la invención

Preparación de desemulsionantes dispersos (DD)

Con el fin de evaluar la eficiencia de los compuestos desemulsionantes concentrados dispersos en un fluido acuoso, los compuestos desemulsionantes concentrados se dispersaron en diferentes grados y cantidades de agua como se indica en la tabla 2.

Se dosificó una parte alícuota del compuesto desemulsionante concentrado (CD) y agua en un vaso de precipitación de vidrio de 250 ml equipado con un Ultra-Turrax® y se agitó a 5.000 rpm durante 2 minutos. Esto dio como resultado dispersiones ligeramente turbias. El tamaño de partícula de las dispersiones se determinó mediante dispersión dinámica de luz inmediatamente después de la preparación y después de seis horas en reposo a temperatura ambiente. La apariencia de las dispersiones se verificó visualmente después de 6 horas de reposo a temperatura ambiente. Los resultados se resumen en la Tabla 2.

Tabla 2: Composición y caracterización de los desemulsionantes dispersados

muestra	CD (g)	fase acuosa (g)	tamaño de la partícula [µm]		apariencia
			inmediatamente	@6 horas	@6 horas
DD1	CD1 (2.5)	agua de mar (97.5)	0.22	0.30	homogéneo
DD2	CD2 (2.5)	agua de mar (97.5)	0.25	0.36	homogéneo
DD3	CD3 (2.5)	agua de mar (97.5)	0.49	10.5	homogéneo
DD4	CD4 (2.5)	agua de mar (97.5)	0.28	11.4	homogéneo
DD5	CD5 (2.5)	agua de mar (97.5)	0.33	11.6	homogéneo
DD6	CD6 (2.5)	agua de mar (97.5)	0.37	7.1	homogéneo

DD7	CD7 (2.5)	agua de mar (97.5)	0.41	8.9	homogéneo
DD8	CD8 (2.5)	agua del grifo (97.5)	0.40	12.0	homogéneo
DD9	CD9 (2.5)	agua prod. (97.5)	1.62	3.5	homogéneo
DD10	CD4 (5.0)	agua de mar (95.0)	1.37	15.6	homogéneo
DD11	CD8 (5.0)	agua de mar (95.0)	0.82	12.0	homogéneo
DD12	CD4 (1.5)	agua de mar (98.5)	0.38	9.2	homogéneo
DD13	CD4 (0.5)	agua del grifo (99.5)	0.32	1.20	homogéneo
DD14 (comp.)	CD10 (2.5)	agua de mar (97.5)	53	n. d.	Creaming
DD15 (comp.)	CD11 (6.5)	agua de mar (93.5)	0.43	6.3	homogéneo
DD16 (comp.)	CD12 (1.5)	agua de mar (98.5)	34	n. d.	Creaming
DD17 (comp.)	CD6 (15.0)	agua de mar (85.0)	4.52	n. d.	Creaming
DD18 (comp.)	CD13 (3.5)	agua de mar (96.5)	45	n. d.	Creaming
DD19	CD14 (3.5)	agua de mar (96.5)	0.28	4.7	homogéneo
DD20 (comp.)	CD15 (9.2)	agua de mar (90.8)	1.45	62	creaming parcial

n.d. = no determinado; agua prod. = agua producida, que contiene 57 g de sal por litro; (comp.) = ejemplo comparativo, no según las

pruebas de botella del invento, procedimiento general.

Para evaluar la eficiencia de los desemulsionantes dispersos se realizaron pruebas en botella. En estas pruebas, se introdujeron 100 ml de una emulsión de agua y aceite en un cilindro de vidrio cónico (volumen de 120 ml) y se calentaron a 40 °C resp. 60 °C en un baño termostatizado. Después de lograr un equilibrio en el baño de agua (al menos 10 minutos), los desemulsionantes dispersos (DD)

recién preparados de acuerdo con el método descrito anteriormente se agregaron a la emulsión de agua y aceite con la ayuda de una micropipeta con las dosis indicadas en la tabla 3. Después de sellar, las botellas se agitaron vigorosamente en dirección vertical durante 1 minuto. Posteriormente, las botellas se colocaron en el baño termostatizado y se empezó a contar el tiempo. Las lecturas de la caída de agua se tomaron visualmente con la ayuda de una linterna en los siguientes momentos: 2, 5, 8, 10, 15, 20, 25, 30, 40 y 60 minutos. Después de reposar durante 10 minutos, se sacaron las botellas del baño para realizar 10 movimientos de descenso. Después de esto, las botellas fueron colocadas de vuelta en el baño, sin interrupción hasta el final del experimento. Las pruebas de botella se realizaron con dos crudos. El un crudo tenía una gravedad API de 24° y un contenido básico de sedimento y agua (BS&W) de 56% en volumen, respectivamente. El segundo crudo tenía una gravedad API de 18° y un contenido BS&W de 64% en volumen. Ambas emulsiones de agua en aceite tenían una conductividad eléctrica de 0.5 µS. El volumen de agua separado de la emulsión se midió en intervalos de 2 a 60 minutos y se registró en la tabla 3. Para una mejor discriminación de los resultados se calculó la suma de los volúmenes de agua separados en los diferentes momentos. Una suma alta de los volúmenes separados es indicio del buen rendimiento del desemulsionante.

Tabla 3: Medición de la separación del agua mediante el uso de desemulsionantes dispersos (DD) en crudo con API 24° y BS&W de 56% en volumen a una temperatura de 60 °C

ejemplo	dosis	Volumen de agua separada (en min)										∑
		2'	5'	8'	10'	15'	20'	25'	30'	40'	60'	
1	en blanco	0	0	0	1	1	3	5	8	9	12	39
2	0.40 vol.-% DD1	3	12	24	36	45	50	52	53	54	55	384
3	0.40 vol.-% DD2	1	8	14	21	30	35	43	50	52	55	309
4	0.40 vol.-% DD3	1	16	36	52	52	54	55	56	56	56	434

5	0.40 vol.-% DD4	6	38	54	55	55	56	56	56	56	56	488
6	0.40 vol.-% DD5	1	31	52	54	55	56	56	56	56	56	473
7	0.40 vol.-% DD6	0	14	32	48	52	54	55	56	56	56	423
8	0.40 vol.-% DD7	1	6	13	19	27	37	43	50	55	56	307
9	0.40 vol.-% DD8	5	32	48	53	54	55	56	56	56	56	471
10	0.40 vol.-% DD9	1	5	10	19	27	35	42	50	53	55	297
11	0.67 vol.-% DD10	4	29	43	50	53	55	56	56	56	56	458
12 (comp.)	0.40 vol.-% DD15	2	6	8	12	18	25	32	38	46	52	239
13 (comp.)	0.01 vol.-% CD4	1	3	4	6	9	12	16	19	23	26	119
14	0.01 vol.-% DD19	3	5	20	32	41	49	56	56	56	56	374

(comp.) = ejemplo comparativo, no según la invención

En otras series de pruebas de separación de agua, se varió la cantidad de desemulsionantes dispersos (DD) añadidos a una emulsión de crudo y se comparó con el rendimiento de los respectivos compuestos desemulsionantes concentrados (CD). Además, se determinó la tasa de dosificación mínima para lograr una desemulsificación satisfactoria. El rendimiento se verificó con pruebas de botella de acuerdo con el procedimiento anterior en un contenido de crudo con sedimento y agua (BS&W) de 64% en volumen y API de 18°.

La tabla 4 a continuación muestra los resultados obtenidos a 60 °C y la tabla 5 muestra los resultados obtenidos a 40 °C.

Tabla 4: Medición de la separación del agua después de agregar un desemulsionante disperso (DD) en crudo con API 18° y BS&W de 64% en volumen a una temperatura de 60 °C

ejemplo	desemulsionante	dosis (vol.-ppm)	Tiempo para separar la emulsión (en min)										∑
			2'	5'	8'	10'	15'	20'	25'	30'	40'	60'	
15 (comp.)	en blanco	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	DD4	4.000	24	64	64	64	64	64	64	64	64	64	600
17	DD4	3.000	15	54	64	64	64	64	64	64	64	64	581
18	DD4	2.000	4	30	48	62	64	64	64	64	64	64	528
19	DD4	1.000	0	0	0,5	8	20	54	56	60	62	62	322
20 (comp.)	CD4	100	2	12	22	51	56	64	64	64	64	64	463
21 (comp.)	CD4	50	0	0	0	1	2	8	26	48	57	62	204
22 (comp.)	DD15	2.000	0	0	0	0	1	6	23	40	56	64	190
23	DD8	3.000	12	43	61	64	64	64	64	64	64	64	564
24	DD8	2.000	3	22	37	54	63	64	64	64	64	64	499
25	DD8	1.000	0	0	0	5	13	39	51	59	63	64	294
26 (comp.)	CD 8	100	3	12	26	34	46	59	61	63	64	64	432
27	DD19	1.000	10	15	21	32	39	46	51	58	62	62	396

(comp.) = ejemplo comparativo, no según la invención

Tabla 5: Medición de la separación del agua mediante después de agregar un desemulsionante disperso (DD) en crudo con API 18° y BS&W de 64% en volumen a una temperatura de 40 °C

ejemplo	desemulsionante	dosis (vol.-ppm)	Tiempo para separar la emulsión (en min)										∑
			2'	5'	8'	10'	15'	20'	25'	30'	40'	60'	
28 (comp.)	en blanco	--	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	DD4	4.000	8	26	38	41	46	58	63	64	64	64	472

30	DD4	3.000	4	16	27	29	31	36	40	46	52	58	339
31	DD4	2.000	0	0	3	6	15	20	26	34	56	56	216
32 (comp.)	CD4	100	0	0	0	0	0	0	3	4	8	8	23
33 (comp.)	DD15	2.000	0	0	1	5	9	18	25	35	44	55	192
34	DD8	3.000	5	19	29	33	39	44	49	52	56	60	386
35	DD8	2.000	0	0	5	9	15	18	29	41	56	58	231
36 (comp.)	CD8	100	0	0	0	0	1	2	5	7	11	15	41

(comp.) = ejemplo comparativo, no según la invención

En otras pruebas de botella, las fases de aceite y agua se separaron después de la prueba. El crudo utilizado tenía una gravedad API de 18 ° y un contenido de BS&W de 64% en volumen. En la fase oleosa separada, el contenido de BS&W se determinó mediante análisis de Karl Fischer y el contenido de NaCl se determinó de acuerdo con ASTM D3230 - 13. En la fase de agua, el contenido de aceite y grasa se determinó de acuerdo con la Revisión B del Método 1664 de la Agencia de Protección Ambiental (“EPA” por sus siglas en inglés). Los resultados se resumen en la tabla 6.

Tabla 6: El análisis de distintas fases de aceite y agua después del tratamiento de la emulsión con desemulsionantes dispersos y separación de fases

ejemplo	desemulsionante (vol.-ppm)	fase de aceite		aceite y grasa en el agua (vol.-ppm)
		BS&W (vol.-%)	NaCl (wt.-ppm)	
37	DD4 (1600)	0.01	5	18
38	DD4 (1000)	0.10	53	13
39	DD4 (600)	0.11	58	14
40 (comp.)	CD11 (50)	0.80	420	22
41 (comp.)	CD4 (50)	0.60	350	25
42 (comp.)	DD15 (1000)	0.38	310	23
43	DD19 (1000)	0.11	50	12

(comp.) = ejemplo comparativo, no según la invención

Los resultados de los ejemplos 1 a 43 muestran que la dispersión de los compuestos desemulsionantes concentrados aumenta su eficacia de separación. Por ejemplo, según se puede ver en la tabla 4 a 60 °C, una dosis de 2.000 ppm de desemulsionante disperso DD4, que contiene 50 ppm de compuesto desemulsionante concentrado CD4, mostró un rendimiento comparable al compuesto desemulsionante concentrado a una tasa de dosificación de 100 ppm. A 40 °C (tabla 5) 2,000 ppm de DD4, que contiene 50 ppm del concentrado, muestra un rendimiento significativamente superior al concentrado a 100 ppm. Además, los resultados de las tablas 4 y 5 muestran adicionalmente que, especialmente a temperaturas más bajas, el desemulsionante disperso proporciona una separación más eficiente que el compuesto desemulsionante concentrado.

Los resultados de la tabla 6 muestran que la fase de aceite obtenida después del tratamiento de las emulsiones de agua y aceite con los desemulsionantes dispersos de acuerdo con el invento tiene un contenido residual de BS&W y de sal más bajo que con los respectivos compuestos desemulsionantes concentrados. Adicionalmente, la fase acuosa contiene menos aceite y grasa residuales, lo cual facilita su eliminación.