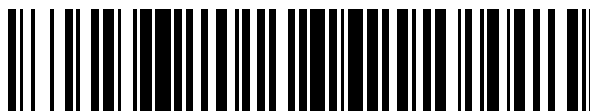


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 531 906**

51 Int. Cl.:

B01D 69/02 (2006.01)

B01D 17/02 (2006.01)

E02B 15/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.04.2006** **E 13165636 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.12.2014** **EP 2656906**

54 Título: **Procedimiento y aparato para la recuperación de aceite vertido u otro líquido viscoso**

30 Prioridad:

19.04.2005 US 673043 P

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

20.03.2015

73 Titular/es:

**THE REGENTS OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA (100.0%)
1111 Franklin Street, 12th Floor
Oakland, CA 94607 , US**

72 Inventor/es:

BROJE, VICTORIA

74 Agente/Representante:

GARCÍA-CABRERIZO Y DEL SANTO, Pedro

ES 2 531 906 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Procedimiento y aparato para la recuperación de aceite vertido u otro líquido viscoso.

5 REFERENCIA CRUZADA A SOLICITUDES RELACIONADAS

Esta solicitud reivindica la prioridad de la solicitud provisional de Estados Unidos Número de Serie 60/673.043, presentada el 19 de abril de 2005, incorporada en el presente documento por referencia en su totalidad.

10 DECLARACIÓN EN RELACIÓN CON LA INVESTIGACIÓN PATROCINADA POR EL GOBIERNO FEDERAL O DESARROLLO

Esta invención se hizo con apoyo gubernamental bajo los Contratos N° 1435-01-04-RP-36248 y 1435-01-04-CT-36287, concedidos por el Servicio de Gestión de Minerales de Estados Unidos (US MMS (*U.S. Minerals Management Service*)). El Gobierno tiene ciertos derechos en esta invención.

INCORPORACIÓN POR REFERENCIA DE MATERIAL PRESENTADO EN UN DISCO COMPACTO

No aplicable.

20

AVISO DE MATERIAL SUJETO A PROTECCIÓN DE LOS DERECHOS DE AUTOR

Una parte del material en este documento de patente está sujeto a la protección de derechos de autor bajo las leyes de copyright de Estados Unidos y de otros países. El propietario de los derechos de autor no tiene objeciones a la reproducción facsímil por cualquiera de los documentos de patente o la divulgación de patentes, como aparece en la Oficina de marcas y patentes de Estados Unidos de archivo disponible públicamente o registros, sino que de lo contrario se reserva todos los derechos de autor cualesquiera. El propietario del copyright no renuncia cualquiera de sus derechos a tener este documento patente mantenida en secreto, incluyendo sin limitación sus derechos con arreglo a 37 C.F.R. § 1.14.

30

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

1. Campo de la Invención

35 Esta invención pertenece generalmente a la separación de fluidos, y más particularmente a la separación y recuperación de líquidos viscosos del agua u otros fluidos.

2. Descripción de la Técnica Relacionada

40 La recuperación mecánica es la técnica de respuesta ante el vertido de aceite usadas con más frecuencia, y es una técnica que también se usa en aplicaciones industriales. Esta técnica elimina físicamente el aceite de la superficie del agua, y el aceite queda flotando generalmente sobre la superficie del agua. A diferencia de otras técnicas de limpieza, la recuperación mecánica puede aplicarse eficazmente para el tratamiento de aceites emulsionados, así como aceites de viscosidad variable. La principal debilidad de la limpieza mecánica es la tasa de recuperación. La recuperación mecánica puede llevar mucho tiempo y ser muy costosa cuando se emplea a gran escala. La recuperación mecánica también puede requerir una gran cantidad de personal y equipo, y cada hora adicional de limpieza puede aumentar significativamente el coste de la recuperación. Por lo tanto, un dispositivo de recuperación más eficiente podría reducir significativamente el coste de limpieza, así como reducir el riesgo de que el aceite alcance la costa.

50

Un desnatador de adherencia (oleófilo) es uno de los tipos más comunes de equipo de recuperación mecánica. Este tipo de desnatador se basa en la adhesión de aceite a una superficie giratoria del desnatador. La superficie giratoria eleva el aceite fuera del agua hasta un dispositivo de retirada de aceite (por ejemplo, una rasqueta, rodillo, etc.). La superficie de adhesión es el elemento más crítico del desnatador ya que determina la eficiencia de la recuperación.

55 Se han desarrollado diversas formas del desnatador, tales como de felpa, correa, cepillo, disco y tambor, para aumentar la eficiencia del desnatador.

Normalmente, se usan dos tipos de patrones de superficies de recuperación para los desnatadores de adherencia de aceite. Se usan superficies planas lisas en los desnatadores de tambor, disco y correa. Los desnatadores de tambor

y correa también pueden tener una superficie cubierta con cepillos. La última configuración tiene una ventaja obvia debido al área superficial mucho mayor (aceite que cubre cada cerda) y la formación de meniscos de aceite entre las cerdas, pero la dificultad de la retirada del aceite de los cepillos puede dar como resultado una recuperación total inferior. Las superficies de los cepillos tienden a recoger los desechos y agua junto con el aceite, lo que puede 5 afectar a la eficiencia de recuperación y el proceso de transferencia de aceite. El área de superficie lisa de un tambor, disco y una correa normalmente no recupera los desechos, pero esta configuración recoge menos aceite que una superficie de cepillo debido a la menor área de superficie.

El proceso de recuperación de vertidos de aceite tiene dos objetivos importantes. El primero es eliminar el aceite de 10 la superficie del agua y el segundo es eliminar el aceite adherido a la superficie de recuperación y transferirlo al colector. La eficiencia de recuperación depende de la consecución de estos dos objetivos. En el caso de una superficie lisa, la cantidad de aceite recuperado es relativamente baja, pero cerca del 100% de éste puede eliminarse mediante una rasqueta. En el caso de una superficie de cepillo y aceites ligeros a medios, el aceite cubre cada cerda y forma pequeños meniscos entre las cerdas, impidiendo que se drenen de vuelta a la mancha de aceite. 15 Por desgracia, la configuración de esta superficie no permite raspar individualmente cada cerda y quitar todo el aceite adherido. Por lo tanto, una cantidad significativa de aceite permanece sobre la superficie después del raspado y regresa de nuevo a la mancha de aceite, reduciendo de este modo la tasa de recuperación total.

Una configuración de cepillo funciona mucho más eficientemente en aceites de alta viscosidad y semi-sólidos. En 20 este caso, el aceite no cubre las cerdas ni penetra dentro del cepillo. Simplemente se levanta del agua por las puntas de las cerdas y se transporta físicamente al colector. Este proceso no está relacionado exactamente con la adherencia de aceite y las propiedades de extensión. Esto explica la capacidad de la superficie de un cepillo para recuperar más restos que una superficie lisa.

25 Por lo tanto, el uso de cepillos aumenta la superficie de contacto entre el aceite y el dispositivo de recuperación, y aprovecha el efecto de las fuerzas capilares para la recogida de aceite entre las cerdas. Sin embargo, una desventaja del procedimiento de cepillo es el hecho de que los cepillos recogen desechos y agua junto con el aceite, lo que puede obstruir las tuberías del dispositivo de recogida de aceite. Otra desventaja es su incapacidad para 30 eliminar gran parte del aceite adherido a los cepillos usando rasquetas, ya que no pueden raspar cada cepillo individualmente. Se ha buscado una mejora mediante el uso de esteras porosas (o estructuras similares) que cubran la superficie del desnatador, permitiendo que el aceite penetre en su matriz, se levante del agua y se expulse por los rodillos en el dispositivo de recolección. Sin embargo, dichas mejoras pretenden aumentar el volumen de aceite que puede recuperarse del agua por unidad de área de la superficie de recuperación. Aunque dichas mejoras permiten que se forme una película de aceite más gruesa sobre la superficie de recuperación, no permiten el raspado de todo 35 el aceite recuperado. Por el contrario, las correas y los tambores con superficies lisas permiten que casi el 100 del aceite adherido se transfiera al colector. Sin embargo, la desventaja de las superficies de recuperación lisas es que únicamente puede formarse una capa relativamente delgada en su superficie y el volumen total del aceite recuperado es relativamente pequeño.

40 Para seleccionar la acción de respuesta frente a vertidos de aceite más eficiente, es importante entender el comportamiento químico y físico del aceite vertido y la forma en que estas características cambian con el tiempo. El aumento de la viscosidad y la formación de una emulsión son procesos dinámicos de particular interés. Los productos derivados del petróleo y los aceites originados en diferentes yacimientos tienen propiedades y composiciones químicas extremadamente diversas. La viscosidad de estos productos puede variar en el intervalo de 45 0,5 mPas a 100.000 mPas. El envejecimiento del aceite conlleva una complicación adicional para la predicción de las propiedades del aceite vertido y tiene ramificaciones importantes con respecto a las estrategias de recuperación apropiadas. Durante las primeras veinticuatro horas, algunos aceites pueden perder del 5% al 50% de compuestos ligeros. Se producirá un importante aumento de la viscosidad del aceite, causada por la evaporación de los compuestos más ligeros y la emulsificación, en horas a unos pocos días. Por lo tanto, el aceite que tiene que 50 recuperarse no tiene las mismas propiedades que el aceite que se ha vertido. Los tipos de desnatadores existentes no están adaptados a las propiedades del producto que debe recuperarse y únicamente pueden recuperar aceite dentro de una cierta gama de propiedades. Se caracterizan por una "ventana de oportunidad" específica - un período de tiempo cuando este equipo puede usarse, que se determina en gran medida por las propiedades del aceite (viscosidad en particular). Fuera de ese período de tiempo, las medidas de respuesta con este equipo pueden llegar 55 a ser ineficaces.

BREVE RESUMEN DE LA INVENCION

La presente invención pertenece a la separación de líquidos viscosos del agua u otros líquidos, por ejemplo,

aumentando la eficiencia de recuperación de un desnatador de adherencia (oleófilo). La invención se define por las reivindicaciones adjuntas. Un aspecto de la invención es modificar la superficie de una unidad de recuperación de líquido rotatoria en un desnatador de adherencia con un patrón de acanaladuras que aumenta la eficiencia de recuperación.

5

Las características de un desnatador de adherencia que pueden aumentar significativamente la eficiencia de recuperación de aceite pueden resumirse como se indica a continuación:

- (a) Debería maximizar la superficie de recolección para una anchura dada de la superficie de recuperación (por ejemplo, tambor, correa o disco).
- 10 (b) Es deseable una configuración que permita la formación de meniscos de aceite, ya que esto permite que la capa más gruesa de aceite se recupere y frena el drenaje del aceite de vuelta al vertido de aceite.
- (c) Debe ser capaz de retirar cerca del 100% del aceite adherido a la superficie de recuperación mediante la rasqueta.
- 15 (d) Debe ser capaz de adaptarse a los cambios de las propiedades del aceite, ya que éste envejece con el tiempo, y ser capaz de recuperar de forma eficiente un aceite con una amplia gama de propiedades. Esto permitirá usar la misma superficie de recuperación para todo el período del proceso de recuperación.

La presente invención aborda estas características por medio de un patrón de la superficie de la unidad de recuperación con una pluralidad de acanaladuras como se reivindica, que se configuran para permitir la formación de meniscos y proporcionar un espacio para que el aceite se acumule.

20

Los inventores han señalado que el patrón de la superficie de la unidad de recuperación de líquido rotatoria en un desnatador con acanaladuras o canales estrechos "con forma de V" maximizará la superficie de la unidad de recuperación de líquido. Dependiendo del ángulo y la profundidad de las acanaladuras, la superficie puede aumentarse varias veces para la misma anchura de superficie de recuperación. Además, esta configuración permite que se formen meniscos en la profundidad de la acanaladura, aumentando de este modo la cantidad de aceite recuperado y frenando el drenaje de aceite. La variación de la apertura de la acanaladura con la profundidad de la acanaladura le permite que se use eficientemente en aceites con una amplia gama de viscosidades. Los aceites más ligeros se recogerán en la profundidad de la acanaladura, mientras que los aceites viscosos pueden recogerse en una parte más ancha de la acanaladura que permite el drenaje del agua en la parte más profunda de la acanaladura. La rasqueta se configura entonces para corresponder con el contorno de la superficie de recuperación. Cuando se usan superficies con patrón en V con una rasqueta correspondiente, cerca del 100% del aceite adherido puede eliminarse y transferirse al colector de aceite.

25

30

35

También cabe señalar que, de acuerdo con realizaciones que no forman parte de la invención reivindicada, el ángulo de retirada de aceite del vertido de aceite tiene un efecto sobre la formación y el espesor de la película de aceite adherida. Si se retira el aceite en un ángulo agudo (0-90 grados), forma una película más gruesa sobre la superficie porque el efecto de la gravedad se reduce por la presencia de la superficie de recuperación bajo la película. En este caso, el drenaje de aceite es relativamente lento. Si se retira el aceite en el ángulo superior a 90 grados, la fuerza de la gravedad no se compensa por el sustrato y la tasa de drenaje de aceite de la superficie es significativamente mayor. Esto conduce a la formación de una película de aceite mucho más fina y, por lo tanto, una menor eficiencia de recuperación. Aunque una superficie con patrón en V (o cualquier superficie de recuperación por ende) es más eficiente cuando se usa para retirar aceite en ángulos de menos de 90 grados para maximizar el espesor de la película recuperada, también puede usarse un ángulo de retirada de 90 grados y superior.

40

45

Además, cuando el aceite se gira por debajo de la superficie del agua, la diferencia hidrostática entre el aceite y el agua hace que éste impacte contra la superficie de recuperación bastante bien. Este aceite muy flotante se adhiere firmemente a la superficie de recuperación, permitiendo de este modo que el aceite gire fuera del agua más rápido que con otros dispositivos.

50

Por consiguiente, un aspecto de la presente invención es una manera de aumentar la eficiencia de recuperación del aceite flotante (o cualquier otro líquido viscoso) modificando la geometría de la superficie de la unidad de recuperación de líquido en un desnatador oleófilo.

55

Otro aspecto de la presente invención es una rasqueta que tiene una geometría de superficie que es complementaria a la geometría acanalada de la superficie de recuperación y permite que el aceite se raspe de la superficie de recuperación y se transfiera al colector.

Otro aspecto de la invención es que, cuando la unidad de recuperación de líquido (por ejemplo, de tambor, disco o correa) gira hasta el líquido viscoso, las acanaladuras ayudan a mantener el líquido viscoso en la superficie de la unidad de recuperación de líquido. En otras palabras, el líquido viscoso no escapa de las acanaladuras hacia los lados cuando la unidad de recuperación de líquido empuja el líquido bajo el agua ya que se está reteniendo por los
5 lados de la acanaladura. En el caso de un tambor liso o correa, el agua bajo la capa de líquido viscoso lo empujará hacia arriba, así que el líquido viscoso puede escapar lateralmente por debajo del tambor o la correa y no permanecerá en contacto con la superficie.

En una realización, un aparato para la recuperación de un líquido viscoso de acuerdo con la invención, comprende
10 una unidad de recuperación de líquido rotatoria que tiene una superficie de recuperación con un patrón de una pluralidad de acanaladuras que se configuran como se cita en las reivindicaciones para recoger y retener un líquido viscoso que entra en contacto con la superficie de recuperación, donde se forman meniscos y el líquido viscoso se acumula en las acanaladuras.

15 En una realización, las acanaladuras tienen una profundidad de aproximadamente cinco pulgadas o menos. Más preferiblemente, en una realización beneficiosa, las acanaladuras tienen una profundidad de aproximadamente una pulgada o menos.

En una realización de la invención reivindicada, el ángulo de separación es aproximadamente sesenta grados o
20 menos. En otra realización de la invención reivindicada, el ángulo de separación es aproximadamente treinta grados o menos. En dichas realizaciones, el ángulo de separación frena el drenaje del líquido viscoso de las acanaladuras.

En una realización de la invención reivindicada, la unidad de recuperación de líquido tiene un primer y segundo
25 extremos, un eje central longitudinal que se extiende entre el primer y segundo extremos, y un eje radial central que es ortogonal al eje longitudinal, y las acanaladuras se alinean sustancialmente con el eje radial central. En otra realización, las acanaladuras se desplazan angularmente del eje radial central en un ángulo menor de aproximadamente noventa grados.

De acuerdo con la invención reivindicada, el aparato comprende adicionalmente una rasqueta que tiene una
30 geometría de borde complementaria a las acanaladuras por lo que la rasqueta está adaptada para la retirada del líquido viscoso recolectado por la unidad de recuperación de líquido.

Aspectos adicionales y realizaciones de la invención se pondrán de manifiesto en las siguientes partes de la
35 memoria descriptiva, donde la descripción detallada tiene el fin de desvelar plenamente las realizaciones preferidas de la invención sin poner limitaciones al respecto.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS VARIAS VISTAS DEL DIBUJO O DIBUJOS

La invención se entenderá más completamente por referencia a los siguientes dibujos que tienen únicamente fines
40 ilustrativos:

La figura 1 es una vista lateral parcial esquemática de un desnatador con una realización de una unidad de
recuperación de líquido de tipo tambor acanalado de acuerdo con la presente invención.

45 La figura 2 es una vista en sección transversal de la unidad de recuperación de líquido mostrada en la figura 1 tomada a través de la línea 2-2.

La figura 3 es una vista en sección transversal de la unidad de recuperación de líquido mostrada en la figura 1
50 tomada a través de la línea 3-3 e ilustra la unidad de recuperación de líquido en relación a una rasqueta para eliminar el aceite recogido sobre la superficie de recuperación.

La figura 4 es una vista en planta superior (figura inferior) de una realización de la superficie de la unidad de
recuperación de líquido mostrada en la figura 1 y una vista en sección transversal (figura superior) tomada a través
55 de la línea A-A de la vista en planta superior.

La figura 5 es una vista en sección transversal parcial de una realización de la superficie de la unidad de
recuperación de líquido mostrada en la figura 1,

La figura 6 ilustra el procedimiento de recuperación de aceite de acuerdo con la presente invención.

La figura 7 es una vista lateral parcial esquemática de un desnatador con una realización de una unidad de recuperación de líquido acanalada de tipo correa de acuerdo con la presente invención.

- 5 La figura 8 es una vista lateral parcial esquemática de una realización alternativa de un desnatador con una unidad de recuperación de líquido acanalada de tipo correa mostrada en la figura 7.

La figura 9 es una vista lateral parcial esquemática de un desnatador con una realización alternativa de la unidad de recuperación de líquido acanalada de tipo tambor mostrada en la figura 1.

10

La figura 10 a la figura 12 son vistas esquemáticas laterales de la unidad de recuperación de líquido mostrada en la figura 1 situada en diversas profundidades en el agua de acuerdo con realizaciones que no forman parte de la invención reivindicada.

- 15 La figura 13 a la figura 19 son vistas en sección transversal parcial de diversas configuraciones de superficies acanaladas que pueden emplearse en una unidad de recuperación de líquido de acuerdo con realizaciones que no todas forman parte de la invención reivindicada.

- La figura 20 y la figura 21 son vistas lateral y en planta, respectivamente, de una superficie de prueba plana para una
20 unidad de recuperación de líquido.

La figura 22 y 23 son vistas lateral y en planta, respectivamente, de una superficie de prueba acanalada para una unidad de recuperación de líquido con paredes rectas en ángulos de noventa grados.

- 25 La figura 24 y 25 son vistas lateral y en planta, respectivamente de una superficie de prueba acanalada para una unidad de recuperación de líquido con paredes rectas en ángulos de sesenta grados.

La figura 26 y 27 son vistas lateral y en planta, respectivamente de una superficie de prueba acanalada para una unidad de recuperación de líquido con paredes rectas en ángulos de treinta grados.

30

La figura 28 y 29 son vistas lateral y en planta, respectivamente de una superficie de prueba acanalada para una unidad de recuperación de líquido con acanaladuras curvadas que tienen curvas de pequeño diámetro.

- La figura 30 y 31 son vistas lateral y en planta, respectivamente de una superficie de prueba acanalada para una
35 unidad de recuperación de líquido con acanaladuras curvadas que tienen curvas de gran diámetro.

La figura 32 es un gráfico que compara las curvas de drenaje para las superficies de prueba mostradas en la figura 20 a la figura 31.

- 40 La figura 33 es un gráfico que compara las curvas de recuperación de aceite para las superficies de prueba planas y con forma de V mostradas en la figura 20 a la figura 27.

La figura 34 es un gráfico que muestra la recuperación de aceite inicial máxima y la recuperación de aceite final después del drenaje en función del ángulo de la acanaladura.

45

La figura 35 es un gráfico que muestra los resultados de las pruebas de recuperación para petróleo crudo de Endicott a un espesor de aceite de 25 mm a 25 °C-30 °C.

- La figura 36 es un gráfico que muestra los resultados de las pruebas de recuperación para HydroCal 300 a un
50 espesor de aceite de 25 mm a 25 °C-30 °C.

La figura 37 es un gráfico que muestra la eficiencia de recuperación de tambores de aluminio a 25 °C-30 °C.

- La figura 38 es un gráfico que muestra la eficiencia de recuperación de tambores de aluminio a 10 °C-15 °C.
55

La figura 39 es un gráfico que muestra el efecto de la temperatura y el espesor de la película sobre la eficiencia de recuperación de HydroCal.

La figura 40 es un gráfico que muestra el efecto de la temperatura y el tipo de aceite sobre la eficiencia de

recuperación de tambores de aluminio.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

- 5 Haciendo referencia en primer lugar a la figura 1 a la figura 5, se muestra una realización de la invención en el contexto de una unidad de recuperación de líquido rotatoria 10 que se encuentra típicamente en un desnatador de adherencia (oleófilo). Los desnatadores de adherencia se conocen bien en la técnica y sus detalles no se describirán aquí. Dichos desnatadores están disponibles, por ejemplo, en empresas tales como Elastec/American Marine, Inc.
- 10 En la realización ejemplar mostrada, la superficie de recuperación 12 de la unidad de recuperación (por ejemplo, de tambor, disco o correa) 10 tiene un patrón con una pluralidad de acanaladuras 14. Las acanaladuras 14 se disponen alrededor de la circunferencia de la unidad de recuperación y están sustancialmente paralelas entre sí entre los extremos 16, 18 del desnatador 10. Además, en la realización mostrada, las acanaladuras tienen una profundidad "d" y un ángulo de pared " α " que contribuyen a la capacidad del aparato para recuperar un líquido viscoso. En particular, la recuperación del líquido viscoso es más eficaz con acanaladuras estrechas en lugar de acanaladuras anchas, siempre que las acanaladuras sean lo suficientemente anchas para permitir la penetración de las acanaladuras por el líquido viscoso. Además, es preferible un ángulo α entre las paredes 20, 22 de aproximadamente treinta (30) grados o menos, aunque también están dentro del alcance de la invención reivindicada ángulos más amplios (pero preferiblemente menores de aproximadamente sesenta (60) grados).
- 15 20 Además, es preferible una profundidad de acanaladura de aproximadamente una pulgada o menor, aunque también pueden emplearse acanaladuras más profundas, tales como de aproximadamente cinco pulgadas o menos. Cabe apreciarse también que, haciendo las acanaladuras menos profundas y, por lo tanto, menos anchas al mismo ángulo de acanaladura, pueden adaptarse más acanaladuras para el mismo ancho del tambor.
- 25 Por lo tanto, como puede observarse de lo anterior, la realización del aparato mostrado en la figura 1 a la figura 5 incluye un tambor giratorio 10 que tiene una superficie externa 12 y una pluralidad de acanaladuras 14 en la superficie externa. Cada una de las acanaladuras 14 tiene un par de paredes separadas 20, 22 que definen la forma de la acanaladura, y cada una de las acanaladuras tiene un término interno 24 delimitado por las paredes separadas que define la profundidad de la acanaladura. Por consiguiente, cada una de las acanaladuras tiene una profundidad "d", una anchura exterior "w", y un ángulo α de tal forma que cuando el tambor 10 se pone en contacto con un líquido viscoso, el líquido se acumula en las acanaladuras para su recuperación. La combinación de la profundidad de las acanaladuras y el ángulo de la pared proporciona la formación de un menisco y la acumulación del líquido viscoso sobre el término interno y las paredes de las acanaladuras, proporcionando de este modo un aumento de la capacidad de recolección de líquido.
- 30 35 En una realización preferida, la profundidad de las acanaladuras es de aproximadamente una pulgada o menos, y el ángulo de separación entre las paredes de las acanaladuras es de aproximadamente treinta grados o menos. Se apreciará que el ángulo muestra el drenaje del líquido viscoso de las acanaladuras.
- 40 En la realización mostrada, el tambor tiene un primer extremo 16 y un segundo extremo 18, un eje central longitudinal "LA" que se extiende entre el primer y segundo extremos, un eje radial central "RA" que es ortogonal al eje longitudinal. Aquí, las acanaladuras se alinean sustancialmente con el eje radial central. Aunque las realizaciones alternativas pueden incluir acanaladuras que se desplazan angularmente del eje radial central en un ángulo menor de aproximadamente noventa (90) grados, el desplazamiento de las acanaladuras de esa manera puede dificultar la alineación de la rasqueta 26 con las acanaladuras para la eliminación del líquido.
- 45 Como se ilustra en la figura 6, el uso de esta forma para la superficie de recuperación aumenta la superficie en contacto con el líquido 28 que se va a recuperar y usa fuerzas capilares para permitir recolectar mayores volúmenes de líquido en el espacio confinado de las acanaladuras para la recuperación.
- 50 Se apreciará adicionalmente que el tambor, la correa o el disco pueden inclinarse en un ángulo en relación con el agua. Por ejemplo, haciendo referencia a la figura 7 y la figura 8, se ilustran esquemáticamente vistas laterales de desnatadores de tipo correa 30, donde el desnatador de la figura 7 gira en un sentido horario elevando el aceite fuera del agua, y el desnatador en la figura 8 gira en un sentido antihorario transportando el aceite bajo el agua y por encima de la correa hacia la rasqueta. Otro modo de recuperación es para la correa, con el fin de transportar aceite bajo el agua y recogerlo en una piscina detrás de la correa desde donde el aceite puede recuperarse, por ejemplo, mediante un desnatador de succión. De acuerdo con las realizaciones que no forman parte de la invención reivindicada, el ángulo de inclinación en relación con el agua 32 es de preferiblemente noventa grados o menos, pero también es posible la retirada de líquidos viscosos en otros ángulos.

A partir de lo anterior, se apreciará que el sistema es básicamente tridimensional. Puede haber un ángulo de orientación de las acanaladuras sobre la superficie de recuperación y puede haber otro ángulo de orientación de la propia superficie de recuperación relativamente con respecto a la superficie del agua.

5

Haciendo referencia ahora particularmente a la figura 1 y la figura 3, después de la recolección del líquido viscoso sobre la superficie 12 de la unidad de recuperación de líquido 10, de acuerdo con la invención reivindicada, se usa una rasqueta 26 para eliminar el líquido viscoso para su recuperación y desecho. Con el fin de facilitar la eliminación del líquido viscoso, la rasqueta usada con la presente invención tiene una geometría de borde que coincide

10

sustancialmente con (por ejemplo, es sustancialmente complementaria a) la geometría superficial del desnatador - de manera que el líquido viscoso pueda raspase de la superficie de recuperación y transferirse al colector 34. La rasqueta debe corresponder estrechamente con la superficie de recuperación para un raspado sustancialmente completo y eficiente.

15

Haciendo referencia a la figura 1 y la figura 9, también se apreciará que la dirección de rotación del desnatador 10 puede ser en sentido horario o antihorario. Más particularmente, la rotación de la superficie de recuperación puede ser en la dirección de retirada del aceite del agua, o en la dirección opuesta de la inmersión del aceite en agua y el transporte bajo la superficie de recuperación. La dirección particular de rotación seleccionada influirá, por supuesto, en la posición de la rasqueta 26 y el colector 34.

20

Además, como se ilustra en la figura 10 a la figura 11, la profundidad del desnatador 10 en el agua 32 puede variar. La figura 10 muestra aproximadamente la mitad del diámetro del desnatador situado por encima y por debajo de la línea de flotación. La figura 11 y la figura 12 muestran aproximadamente un tercio por debajo de la línea de flotación y aproximadamente dos tercios por debajo de la línea de flotación, respectivamente.

25

La geometría de la invención de la superficie del desnatador puede usarse para cualquier caso cuando se emplea la separación basada en adhesión de líquidos. Se espera que la invención mejor la eficiencia de los desnatadores oleófilos que recogen aceite (o cualquier otro líquido viscoso) de la superficie del agua. La manera más eficiente de usar esta invención es reemplazar la superficie existente de los desnatadores de adherencia con correas, discos o

30

tambores fabricados de un material oleófilo y modificados con la geometría superficial que se describe en el presente documento. Puede recuperarse más líquido viscoso si el ángulo de retirada es menor de aproximadamente 90 grados. La velocidad de rotación de la correa/tambor debe ser lo suficientemente rápida para impedir el drenaje de aceite a la superficie de recuperación. Se prefiere el uso del material más oleófilo razonablemente disponible para mejorar la eficiencia de recuperación.

35

En la realización que se ha descrito anteriormente, las acanaladuras con forma de V se modelan en la superficie del desnatador. Sin embargo, también pueden emplearse otras formas que no todas constituyen parte de la invención reivindicada, como se ilustra a manera de ejemplo en la figura 13 a la figura 19. Las configuraciones con forma de V modificadas de la figura 13 y la figura 17 tienen superficies externas planas que facilitan que sean capaces de situar

40

el desnatador sobre una superficie dura sin daños. Otras configuraciones de acanaladuras seleccionadas dependerán de las propiedades del líquido que se va a recuperar.

Se apreciará que una superficie con patrón en V como cita en las reivindicaciones, maximiza el área superficial del tambor. Dependiendo del ángulo y la profundidad de las acanaladuras, el área superficial puede aumentarse varias

45

veces para el mismo ancho de la superficie de recuperación. Esto también permite que se formen meniscos en la profundidad de la acanaladura, aumentando la cantidad de aceite recuperado y frenando el drenaje de aceite. La variación de la apertura de la acanaladura con la profundidad de la acanaladura le permite que se usen de forma más eficiente sobre aceites una amplia gama de viscosidades. Los aceites más ligeros se recogerán en la profundidad de la acanaladura, mientras que los aceites viscosos pueden recogerse en una parte más ancha de la acanaladura que permite el drenaje del agua en la parte más profunda de la acanaladura. La rasqueta debe hacerse para corresponder con la superficie de recuperación. Si se usan superficies con patrón en V con una rasqueta correspondiente, cerca del 100% del aceite adherido puede eliminarse y transferirse al colector de aceite.

50

Cabe apreciarse también que de acuerdo con las realizaciones que no forman parte de la invención reivindicada, el ángulo de retirada de aceite del vertido de aceite afecta a la formación y el espesor de la película de aceite adherida. Si se retira el aceite en un ángulo agudo (0-90 grados), forma una película más gruesa sobre la superficie porque el efecto de la gravedad se reduce por la presencia de la superficie de recuperación bajo la película. En este caso, el drenaje de aceite es relativamente lento. Si se retira el aceite en el ángulo superior a 90 grados, la fuerza de la gravedad no se compensa por el sustrato y la tasa de drenaje de aceite de la superficie es significativamente mayor.

55

Esto conduce a la formación de una película de aceite mucho más fina y, por lo tanto, una menor eficiencia de recuperación. Aunque un ángulo de retirada de 90 grados permite una recuperación de aceite más eficiente que un ángulo más amplio, puede usarse una superficie con patrón en V (o cualquier superficie de recuperación por ende) para retirar el aceite en ángulos de menos de 90 grados para maximizar el espesor de la película recuperada.

5

Ejemplo 1

(Superficies de Prueba)

10 Se fabricaron varios patrones superficiales a partir de placas de aluminio para estudiar el efecto del patrón superficial sobre la eficiencia de recuperación. Las superficies de prueba estudiadas se ilustran en las figuras 20 a 31. Una superficie de prueba plana se ilustra en la figura 20 y la figura 21, unas superficies de prueba que tienen acanaladuras con una sección transversal con forma de V se ilustran en la figura 22 a la figura 27, y unas superficies de prueba que tienen acanaladuras con una sección transversal redondeada se ilustran en la figura 28 a la figura 31.

15

Se apreciará que el área superficial puede aumentarse significativamente introduciendo las acanaladuras con ángulos más agudos, como se ilustra en la Tabla 1. El área superficial del lado acanalado puede aumentarse hasta tres veces si una superficie plana se reemplaza por una superficie con acanaladuras de 30 grados. Esto no se traducirá directamente a una tasa de recuperación 3 veces mayor, ya que el aceite recolectado en la profundidad de la acanaladura se fija a dos lados de la acanaladura al mismo tiempo. No obstante, la superficie con patrón en V tiene un área superficial significativamente mayor en comparación con la superficie plana y, por lo tanto, permitirá una mayor tasa de recuperación de aceite para el mismo ancho del tambor/correa.

20

Además de las acanaladuras con forma de V, también puede haber otras configuraciones, como se muestra en la figura 28 a la figura 31. Algunas configuraciones pueden prestarse a un mecanizado más fácil en un desnatador de tambor o de correa y, por lo tanto, se están explorando todas las configuraciones geométricas posibles. Será útil una investigación adicional sobre las ventajas y desventajas de cada geometría.

25

Ejemplo 2

30

(Procedimiento de Investigación)

Los experimentos se realizaron en la habitación de temperatura controlada a 25 °C (± 1 °C). El procedimiento de prueba fue similar a la prueba de inmersión y retirada descrita en Jokuty, P., y col., "Oil adhesion testing - recent results", Proceedings from the Nineteenth Arctic Marine Oil spill Prog. Tech. Seminar, Canadá (1996).

35

La recuperación del aceite a velocidad rápida se realizó usando un motor paso a paso. La configuración del experimento incluía un ordenador, una báscula conectada al ordenador, un vaso de precipitados para retener el agua y el aceite, una superficie de prueba, un portamuestras, y un soporte motorizado para mover el portamuestras en vertical.

40

Las muestras de prueba se limpiaron previamente con agua jabonosa, etanol y agua desionizada, se secaron por soplado en una corriente de nitrógeno y se dejaron en la habitación de temperatura controlada durante al menos 24 horas antes de la prueba. Un vaso de precipitado se llenó con 50 ml de agua de mar filtrada del Canal de Santa Bárbara (salinidad de aproximadamente 33,6 ppt). Después, se añadieron cuidadosamente 5 ml de HydroCal 300 sobre la parte superior de la superficie del agua. El vaso de precipitado se instaló en la balanza conectada al ordenador.

45

Una superficie de prueba 100 se acopló a una muestra por encima de la superficie del aceite usando un mando adherido 102. El portamuestras podía moverse en vertical usando un motor programado de manera que la superficie de prueba pudiera sumergirse en la mezcla de aceite-agua en 20 mm y después pudiera retirarse. La velocidad de retirada fue de 74 mm/s. Una vez que la superficie con aceite se retiró del vaso de precipitados, la balanza detectó la pérdida de aceite máxima y después generó la señal para trazar el aumento de la masa de aceite en el vaso de precipitados causado por el drenaje de aceite de la placa y las gotas de aceite que caen de vuelta al vaso de precipitados. A partir de la forma de estas curvas, se analizó el efecto de la recuperación y las propiedades del aceite. Se realizaron de cinco a diez pruebas para cada superficie de prueba para garantizar la precisión de los datos. Se usó aceite nuevo en cada prueba.

50

55

Ejemplo 3

(Resultados y Análisis)

Se presentan curvas de drenaje para las diversas superficies con patrón en la figura 32, en comparación con una superficie plana. El peso inicial del vaso de precipitados con agua de mar y la capa de aceite se redujo a cero. Por lo tanto, la recuperación de aceite se midió como un cambio negativo de la masa. El momento cero representó el inicio del proceso de retirada. En aproximadamente cuatro segundos la superficie de prueba se eliminó completamente del vaso de precipitados. Ese momento representó la masa máxima de aceite adherido a la superficie de prueba, antes de que el aceite empezase a drenarse de vuelta al vaso de precipitados en forma de gotas de aceite. Después de aproximadamente veinticinco segundos, el drenaje de aceite se detuvo en la mayor parte de los casos. La más recuperada final se descubrió promediando los datos en la sección meseta final de la curva.

Los datos presentados en la figura 32 muestran que hay una diferencia significativa entre la cantidad de aceite recuperado por las superficies con patrón. Los datos de la superficie plana tuvieron que corregirse para tener en cuenta el hecho de que la superficie plana tenía una menor área superficial de la parte inferior que las superficies acanaladas. Las superficies acanaladas tenían un tamaño comparable de las áreas de fondo. El cálculo del peso de la caída correspondiente al área superficial del fondo de las muestras acanaladas permitió desplazar una curva para una muestra plana a una nueva posición que permite comparar las propiedades de recuperación de las superficies de recuperación y excluir el efecto de la presencia de la caída en la parte inferior de las muestras después de la retirada. La figura 32 muestra que la eficiencia de recuperación puede doblarse con un patrón superficial de 30 grados en lugar de una superficie plana. La recuperación aumenta con un ángulo descendente, pero en algún punto hay un límite con respecto a la cantidad de aceite en la acanaladura, que no se exploró. Parecía que las acanaladuras con secciones transversales redondeadas eran menos eficientes que las acanaladuras con forma triangular. El efecto del ángulo de la acanaladura para las acanaladuras con forma de V se presenta en la figura 33. Se descubrió que un ángulo descendente aumenta la recuperación de aceite para un aceite determinado.

La figura 34 resume la eliminación de aceite inicial (máxima) de la superficie del agua, y la eliminación final después de que el aceite se drene de vuelta al vaso de precipitados, para los diversos patrones superficiales. La línea superior corresponde a la cantidad máxima de aceite que puede recuperarse a una velocidad de retirada de 74 mm/s, mientras que la línea inferior corresponde al aceite final que permanece sobre la superficie después del drenaje. La primera ilustra la recuperación a velocidades más rápidas y la última ilustra la recuperación a una velocidad muy lenta. La eficiencia de recuperación total aumenta con un ángulo de acanaladura descendente ya que un ángulo menor retiene un menisco mayor en la acanaladura y frena el drenaje de aceite. Sin embargo, para aceites y emulsiones muy viscosas, la apertura de la acanaladura debería ser lo suficientemente ancha para que el aceite/emulsión entre en la acanaladura. Por lo tanto, hay un ángulo de acanaladura mínimo que puede depender de las propiedades del aceite. Las acanaladuras con un menor ángulo también aumentan el área superficial del tambor por ancho unitario permitiendo que se fije más aceite la superficie como se ilustra en la Tabla 1.

Cabe apreciar que la velocidad rotacional del desnatador también puede tener una función importante. El efecto de las acanaladuras sobre la recuperación de aceite mediante tambores en una prueba a gran escala puede ser incluso más pronunciado que el observado en el laboratorio y la eficiencia de recuperación de aceite puede ser mayor, debido a la diferencia en la hidrodinámica del proceso. La velocidad de recuperación debería ser lo suficientemente alta para llevar la cantidad máxima de aceite recogido a la rasqueta y evitar que éste se drene. Un factor limitante puede ser el arrastre de agua a altas velocidades, lo que puede romper la película de aceite. Una vez que la película de aceite se rompe, el contacto entre el aceite y la superficie de recuperación a velocidades de rotación muy elevadas puede perderse, dando como resultado un descenso de la recuperación. Las elevadas velocidades de rotación también pueden emulsionar el aceite, lo que da como resultado una mayor captación de agua y puede reducir la tasa de recuperación de aceite total. La velocidad de rotación deseada puede determinarse de forma experimental con una prueba a gran escala, y es probable que dependa de (1) el material de la superficie; (2) el ángulo de retirada; (3) las propiedades del aceite; y (4) la temperatura.

Por consiguiente, en la presente invención, la superficie de recuperación se modela con acanaladuras como se cita en las reivindicaciones, a pequeña escala en una configuración que permite que se forme el menisco, así como que el aceite se "agrupe" sobre la parte inferior (término interno) de la acanaladura, proporcionando una cantidad mucho mayor de aceite recuperado que el aceite que cubre simplemente una superficie en una capa. Además, al diseñar estas pequeñas acanaladuras para que tengan ángulos de pared de aproximadamente treinta grados o menos, hay una ralentización del líquido viscoso drenado fuera de la acanaladura que puede frenarse entre la captura en el agua y la rotación con respecto al dispositivo de limpieza.

La presente invención aumenta el contacto con el líquido viscoso que se va a recuperar, que en sí mismo aumenta el volumen de fluido recuperado. También usa el efecto de capilaridad, permitiendo recoger mayores volúmenes de líquido en el espacio confinado de las acanaladuras y, por lo tanto, que se va a recuperar. La estructura acanalada permite que el desnatador se use de forma eficiente en líquidos de diferentes propiedades. Los líquidos menos viscosos se recogerán en la parte estrecha y profunda de las acanaladuras; los líquidos con mayor viscosidad pueden no ser capaces de penetrar tan lejos y adherirse a las paredes de las acanaladuras en su parte más ancha, permitiendo que el líquido menos viscoso (agua) se drene en la parte profunda de la acanaladura. La invención permite que se forme una película más gruesa de líquido en el dispositivo de recuperación y que se retire. También garantiza que cerca del 100% del líquido recuperado pueda eliminarse de la superficie de recuperación (rasparse) hasta el dispositivo de recolección. Debería usarse para estos fines una rasqueta fabricada de material oleóforo con la forma correspondiente a la geometría de las acanaladuras.

Ejemplo 4

15 (Pruebas de Campo)

Se realizaron pruebas a escala de campo en la Instalación de Pruebas Nacional sobre respuesta a los derrames de hidrocarburos Ohmsett. Se usaron materiales novedosos y patrones superficiales para readaptar los tambores de recuperación en un desnatador existente en la Ohmsett. Estos tambores se instalaron en un cuerpo de desnatador convencional y se usaron para recuperar una mancha de aceite supervisando al mismo tiempo los parámetros de recuperación principales. Se evaluó el efecto de cada diseño o la variable operativa sobre la eficiencia de recuperación de aceite.

Materiales:

Se usaron cinco materiales (aluminio, polietileno, polipropileno, neopreno e Hypalon) para fabricar superficies de tambor lisas. Además, tres tambores tenían un patrón de acanaladura (ángulo de 30°, 1 pulgada de profundidad) mecanizado en aluminio y revestido con neopreno e Hypalon. Un tambor de aluminio se dejó sin revestir. Se hizo una rasqueta correspondiente con el patrón acanalado. La figura 1 ilustra dos tambores acanalados.

Con el fin de eliminar las variables que pudieran introducirse usando diferentes sistemas de desnatación, se usó un desnatador de tambor de tipo bastidor (Elastec Minimax) para todas las pruebas. Este desnatador usa un tambor que gira a través de la capa de aceite. El aceite de adhesión se elimina posteriormente mediante una pala de plástico hasta un sumidero de recuperación a bordo.

Aceites de prueba:

Se usaron diesel, Endicott (un petróleo crudo de Alaska) e HydroCal 300 (un aceite lubricante) durante las pruebas de la Ohmsett para estudiar el efecto de las propiedades del aceite sobre la eficiencia de recuperación. Estos aceites tienen propiedades significativamente diferentes como se ilustra en la Tabla 2, lo que permitió probar las superficies de recuperación sobre una amplia gama de condiciones de recuperación posibles. El diesel únicamente se probó durante la segunda prueba, a temperaturas más frías, ya que se añadió posteriormente al protocolo.

Procedimiento de la Prueba

Las pruebas en la Ohmsett se realizaron en dos jornadas. Durante la primera jornada, la temperatura ambiente promedio fue de aproximadamente 25 °C-30 °C. Durante la segunda jornada, la temperatura ambiente promedio fue de aproximadamente 10 °C-15 °C. El objetivo era simular un vertido de aceite en condiciones de agua caliente y fría, para determinar el efecto de la temperatura y la viscosidad del aceite sobre la eficiencia de recuperación del vertido de aceite total.

Durante las pruebas, se aseguró un conjunto de desnatador en el centro de un tanque de prueba situado en la plataforma de la instalación de la Ohmsett. El espesor de la mancha se controló para que permaneciese a un nivel predeterminado a lo largo de una prueba determinada. Según el desnatador de aceite recuperó aceite del tanque de prueba, se bombeó más aceite desde el depósito de aceite a la misma velocidad. De este modo, el control en tiempo real del espesor de la mancha puede controlarse a un $\pm 20\%$. La mayor parte de las realizaciones se realizaron durante 5 minutos, aunque algunas se realizaron durante menos tiempo (3 minutos) si las condiciones eran muy similares.

La velocidad de rotación del tambor del desnatador de aceite se controló con un sistema hidráulico dotado del sistema Elastec MiniMax. Se usaron tres velocidades de rotación (30, 40 y 70 rpm) para la mayor parte de las pruebas. Las primeras dos velocidades representaban las condiciones operativas regulares de un desnatador de tambor, con una desnatación mínima de agua libre. La velocidad de 70 rpm representaba la velocidad de rotación máxima que se consiguió mediante este desnatador particular. A esta velocidad, se recogió más aceite, pero se arrastró más agua libre por el desnatador, particularmente para manchas de aceite más finas (10 mm). Una velocidad de rotación mayor también emulsionó el aceite en gran medida.

Al fin al de cada realización de prueba, se midió la cantidad total de líquidos (aceite y agua), el agua se recogió del fondo durante varios minutos hasta que no fue evidente más agua libre, y el aceite restante, o la emulsión de aceite, se recogió para medir el contenido de agua en el laboratorio de la Ohmsett. Estos datos, junto con el tiempo de recuperación, se usaron para establecer las tasas de recuperación y la eficiencia.

Resultados de las Pruebas:

La eficiencia de recuperación de diversos tambores de desnatador probados con Endicott e HydroCal 300 (para un espesor de vertido de 25 mm) durante la primera fase de los experimentos se presenta en la figura 35 y la figura 36. La temperatura ambiente durante la primera prueba varió de 25 °C-30 °C. Las tasas de recuperación de aceite en galones por minuto (GPM) se estimaron a partir del cálculo de aceite recuperado por tiempo unitario. El agua libre y el agua emulsionada en el aceite recuperado se sustrajeron del volumen del líquido recuperado total. Estas figuras muestran que hay aproximadamente una diferencia del 20% en la eficiencia de recuperación de tambores lisos revestidos con diversos materiales.

La diferencia entre los tambores lisos y acanalados fue mucho más significativa. Para ambos aceites, los tambores acanalados recuperaron más de dos veces más aceite que los lisos. Un ligero descenso en las tasas de recuperación a 70 rpm puede explicarse por la mayor cantidad de agua libre recogida por los tambores, descendiendo de este modo la cantidad neta de aceite recuperado.

En un espesor de vertido de aceite de 25 mm, los tambores acanalados recuperaron una cantidad de agua que fue comparable a la cantidad de agua recuperada por los tambores lisos. Algunas desviaciones en los resultados pueden haberse causado por el hecho de que algunas realizaciones se realizaron con aceite que se emulsionó durante la realización previa. El contenido de agua de algunos aceites recuperados se elevó al 8%. Se observó que HydroCal emulsionó fácilmente y tuvo un mayor contenido de agua que el petróleo Endicott, lo que tuvo influencia sobre la recuperación total de agua libre y emulsionada.

Una comparación de los efectos del tipo de aceite, el espesor del vertido de aceite y el patrón de la superficie del tambor sobre la eficiencia de recuperación se resume en la figura 37. Todos los datos presentados corresponden a tambores de aluminio acanalados y lisos. Estos datos se recogieron durante las primeras pruebas a una temperatura entre 25 °C-30 °C. El descenso del espesor de la película del espesor del aceite HydroCal de 25 mm a 10 mm condujo a un descenso significativo en la eficiencia de recuperación. Esto fue especialmente pronunciado en el caso de los tambores acanalados. Un aumento del espesor del aceite de 25 mm a 50 mm no aumentó las tasas de recuperación. Aunque la figura 37 muestra algún descenso en la eficiencia de recuperación a 50 mm, lo más probable es que se debiera al hecho de que el aceite usado para estas pruebas estaba ligeramente emulsionado y tenía un contenido de agua inicial de aproximadamente el 6%. Esto redujo ligeramente el aceite total recuperado. Cuando el tambor de aluminio acanalado se probó con aceite HydroCal reciente a 40 rpm y 50 mm, el resultado fue similar a la eficiencia de recuperación del mismo tambor a un espesor de aceite de 25 mm. Este dato se representa por el único dato con forma de estrella en la parte superior del gráfico.

La figura 37 muestra que la cantidad de aceite recuperado por los tambores acanalados fue dos (2) a tres (3) veces mayor que el recuperado por los tambores lisos. También se descubrió que el tipo de aceite tenía un efecto significativo sobre la eficiencia de recuperación, debido principalmente a la diferencia en la viscosidad.

Los efectos del tipo de aceite, el espesor de la película y el patrón de la superficie del tambor sobre la eficiencia de recuperación observada durante las segundas pruebas se resumen en la figura 38. Para un espesor del vertido de aceite de 10 mm, casi no hubo diferencia entre los tambores lisos y los acanalados. El patrón de la superficie es mucho más eficaz para manchas de aceite más gruesas. A un espesor de aceite de 25 mm, el patrón acanalado demostró ser extremadamente eficiente para aceite Endicott y diesel, lo que condujo a una eficiencia de recuperación dos (2) a tres (3) veces mayor. Aunque el aumento en la recuperación fue menor para el aceite HydroCal más viscoso, no obstante, la eficiencia de recuperación aumentó en un 50%. A un espesor de mancha de

10 mm, la eficiencia de recuperación de HydroCal fue menor que la de Endicott. Esto puede explicarse por el aumento de la viscosidad de HydroCal a 10-15 °C. En tal espesor de mancha pequeño, el agua entra en contacto con el tambor y el área de contacto total entre el aceite y el tambor se reduce. El HydroCal más viscoso no pudo repartirse tan rápido como lo hizo el Endicott y tuvo un menor acceso al tambor, lo que condujo a una mayor cantidad de agua libre recuperada, reduciendo de este modo la eficiencia de recuperación total.

El efecto de la temperatura y el espesor del vertido de aceite sobre la eficiencia de recuperación se ilustra en la figura 39. A un espesor de aceite de 10 mm, la temperatura no tuvo un efecto significativo sobre las tasas de recuperación de los tambores lisos. Durante las segundas pruebas (a 10 °C-15 °C, que por simplicidad se representa como 10 °C en el gráfico), los tambores acanalados tuvieron tasas de recuperación similares a los tambores lisos. Las tasas de recuperación de los tambores acanalados durante las pruebas de Fase 1 (a 25-30 °C, que por simplicidad se representa como 25 °C en el gráfico), fueron significativamente mayores. El cambio de temperatura no tuvo un efecto significativo sobre las tasas de recuperación de los tambores lisos a 25 mm. A un espesor de película de 25 mm, los tambores acanalados fueron considerablemente más eficientes que los tambores lisos, aunque su eficiencia fue mayor a 25 °C.

La figura 40 muestra el efecto del tipo de aceite y la temperatura sobre la eficiencia de recuperación de los tambores de aluminio. El descenso de la temperatura condujo a un ligero aumento de las tasas de recuperación de Endicott por los tambores lisos, mientras que no tuvo ningún efecto importante sobre las tasas de recuperación de HydroCal. El descenso de la temperatura causó un aumento de la viscosidad de los aceites de prueba, lo que conduce a un aumento significativo en la cantidad de Endicott recuperado por los tambores acanalados, mientras que las tasas de recuperación de HydroCal se redujeron un poco.

A través de los experimentos anteriores, se descubrió que:

(a) El uso de un patrón acanalado puede aumentar la eficiencia de recuperación en un 100-200%. El patrón acanalado probó ser eficiente incluso en Diesel, que es difícil de recuperar debido a su baja viscosidad.

(b) La eficiencia de recuperación de la superficie acanalada puede mejorarse adaptando las dimensiones de las acanaladuras a las propiedades del aceite. El uso de acanaladuras más superficiales y estrechas para diesel ligero y combustible, y acanaladuras más profundas y más abiertas para aceites más pesados, puede conducir incluso a un mayor aumento de la eficiencia de recuperación.

(c) La selección del material de la superficie de recuperación puede aumentar la eficiencia de recuperación en un 20%.

(d) La eficiencia de recuperación depende significativamente del tipo de producto derivado del petróleo y es proporcional típicamente a su viscosidad (cuando el aceite está a una temperatura por encima de su punto de fluidez).

(e) El espesor del derrame de aceite tiene un efecto significativo sobre la eficiencia de recuperación. El aumento del espesor del aceite de 10 mm a 25 mm condujo a mayores tasas de recuperación. El aumento del espesor del aceite de 25 a 50 mm no aumentó significativamente las tasas de recuperación. La cantidad de agua libre recuperada era típicamente mayor para un espesor de aceite de 10 mm que para el espesor de aceite de 25 o 50 mm.

(f) Se descubrió que el descenso de la temperatura aumentaba las tasas de recuperación aumentando la viscosidad del aceite y permitiendo que una marea negra más gruesa permanezca sobre la superficie de recuperación después de la retirada. El HydroCal recuperado usando una superficie acanalada fue la única excepción. Según descendió la temperatura, la viscosidad del HydroCal alcanzó un punto en el que el aceite no penetró lo suficientemente profundo en las acanaladuras conduciendo a una menor cantidad de aceite recuperado.

(g) La velocidad de rotación del tambor tuvo un efecto significativo sobre la eficiencia de recuperación. Para un desnatador y un tipo de tambor probados, 40 rpm parecía ser una velocidad de rotación casi óptima en la mayor parte de los casos. Más allá de 40 rpm, el tambor comenzó a recuperar cantidades significativas de agua libre. Sin embargo, cabe apreciarse que el agua libre fue el único factor limitante. Si un equipo de respuesta no se ocupa del agua libre en el producto recuperado, debe usarse la velocidad de rotación máxima para recuperar más aceite.

Se apreciará a partir de la descripción anterior, que la geometría acanalada de la invención es aplicable a desnatadores de tipo tambor, de tipo disco, de tipo correa u otros tipos de desnatadores u otros dispositivos que

10 tienen una unidad de recuperación de líquido rotatoria para entrar en contacto y recoger aceite u otros líquidos viscosos. Durante el uso, la unidad de recuperación de líquido se coloca en un cuerpo de líquido viscoso y se gira. Esto pone la superficie de la unidad de recuperación de líquido en contacto con el cuerpo del líquido viscoso. Cuando la superficie de la unidad de recuperación de líquido gira fuera (por ejemplo, se retira de) el cuerpo del líquido viscoso, una cantidad del líquido viscoso se adhiere a la superficie de recuperación. Una vez que la superficie de recuperación se retira, se raspa para eliminar el líquido viscoso recolectado. La geometría acanalada de la presente invención ayuda a retener el líquido viscoso, separando de este modo el líquido viscoso del agua u otro líquido. Por consiguiente, la invención reivindicada proporciona tanto la separación del líquido como la recuperación del líquido. Además, la invención se aplicable a la retirada del petróleo del agua, el aceite de coco del zumo de coco, o cualquier otro líquido viscoso que esté flotando en, se mezcle con, o se lleve de otro modo por un líquido huésped del cual se va a separar y recuperar el líquido viscoso.

Tabla 1. El efecto de un ángulo de la acanaladura sobre la superficie

Angulo de las acanaladuras de la superficie	Superficie (mm ²) - lado acanalado
180° - superficie plana	1453
acanaladuras de 90°	2005
acanaladuras de 60°	2896
acanaladuras de 30°	4663

15

Tabla 2. Propiedades de los aceites usados en las pruebas de campo de Ohmsett

	Densidad a 15 °C (g/ml)	Viscosidad a 15 °C (cP)	% de asfaltenos
Diesel	0,833	6	0
Endicott	0,915	84	4
HydroCal 300	0,906	340	0

REIVINDICACIONES

1. Un aparato para la recuperación de un líquido viscoso, que comprende:
- 5 (a) una unidad de recuperación de líquido rotatoria (10, 30); teniendo dicha unidad de recuperación de líquido (10, 30) una superficie con un patrón de una pluralidad de acanaladuras con forma de V (14); dichas acanaladuras (14) configuradas para recoger y retener un líquido viscoso (32) que entra en contacto con dicha superficie; y
- (b) una rasqueta (26) que tiene una geometría de borde complementaria a dichas acanaladuras (14), dispuesta para
10 retirar el líquido viscoso retenido de la superficie de dicha unidad de recuperación de líquido (10, 30)
- (c); estando el aparato **caracterizado por que** dichas acanaladuras (14) se definen por paredes que tienen un ángulo de separación de aproximadamente sesenta grados o menos.
- 15 2. Un aparato como se ha citado en la reivindicación 1, en el que dicha unidad de recuperación de líquido comprende una unidad de recuperación de líquido de tipo tambor, de tipo correa o de tipo disco.
3. Un aparato como se ha citado en la reivindicación 1, en el que dichas acanaladuras tienen una
20 profundidad de 127 mm (cinco pulgadas) o menos.
4. Un aparato como se ha citado en la reivindicación 3, en el que dichas acanaladuras tienen una
profundidad de 25,4 mm (una pulgada) o menos.
5. Un aparato como se ha citado en la reivindicación 1:
- 25 (a) en el que dicha unidad de recuperación de líquido (10, 30) tiene un primer y segundo extremos;
- (b) en el que dicho líquido dicha unidad de recuperación de líquido (10, 30) tiene un eje central longitudinal que se
30 extiende entre dichos primer y segundo extremos;
- (c) en el que dicha unidad de recuperación de líquido (10, 30) tiene un eje radial central que es ortogonal a dicho eje
longitudinal;
- (d) en el que dichas acanaladuras (14) se alinean sustancialmente con dicho eje radial central, o en el que dichas
35 acanaladuras se desplazan angularmente de dicho eje radial central en un ángulo menor de aproximadamente
noventa grados.
6. Un procedimiento para recuperar un líquido viscoso, que comprende:
- 40 (a) proporcionar una unidad de recuperación de líquido que tiene una superficie con un patrón de una pluralidad de
acanaladuras con forma de V;
dichas acanaladuras configuradas para recoger y retener un líquido viscoso que entra en contacto con dicha
superficie;
- 45 (b) disponer una rasqueta (26) que tiene una geometría de borde complementaria a dichas acanaladuras (14) para
retirar el líquido viscoso retenido de la superficie de dicha unidad de recuperación de líquido (10, 30);
- (c) colocar la superficie de dicha unidad de recuperación de líquido en contacto con un cuerpo de líquido viscoso,
girando dicha unidad de recuperación de líquido, y retirar dicha unidad de recuperación de líquido de dicho cuerpo
50 de líquido viscoso;
- (d) recoger el líquido viscoso sobre la superficie de dicha unidad de recuperación de líquido con dicha rasqueta;
estando el procedimiento caracterizado por que dichas acanaladuras se definen por paredes que tienen un ángulo
de separación de aproximadamente sesenta grados o menos.
- 55 7. Un procedimiento como se ha citado en la reivindicación 6, en el que dicha unidad de recuperación de
líquido comprende una unidad de recuperación de líquido de tipo tambor, de tipo correa o de tipo disco.
8. Un procedimiento como se ha citado en la reivindicación 6, en el que dichas acanaladuras tienen una

profundidad de 127 mm (cinco pulgadas) o menos.

9. Un procedimiento como se ha citado en la reivindicación 8, en el que dichas acanaladuras tienen una profundidad de 25,4 mm (una pulgada) o menos.

5

10. Un procedimiento como se ha citado en la reivindicación 6:

(a) en el que dicha unidad de recuperación de líquido tiene un primer y segundo extremos;

10 (b) en el que dicha unidad de recuperación de líquido tiene un eje central longitudinal que se extiende entre dichos primer y segundo extremos;

(c) en el que dicha unidad de recuperación de líquido tiene un eje radial central que es ortogonal a dicho eje longitudinal;

15

(d) en el que dichas acanaladuras se alinean sustancialmente con dicho eje radial central; o en el que dichas acanaladuras se desplazan angularmente de dicho eje radial central en un ángulo menor de aproximadamente noventa grados.

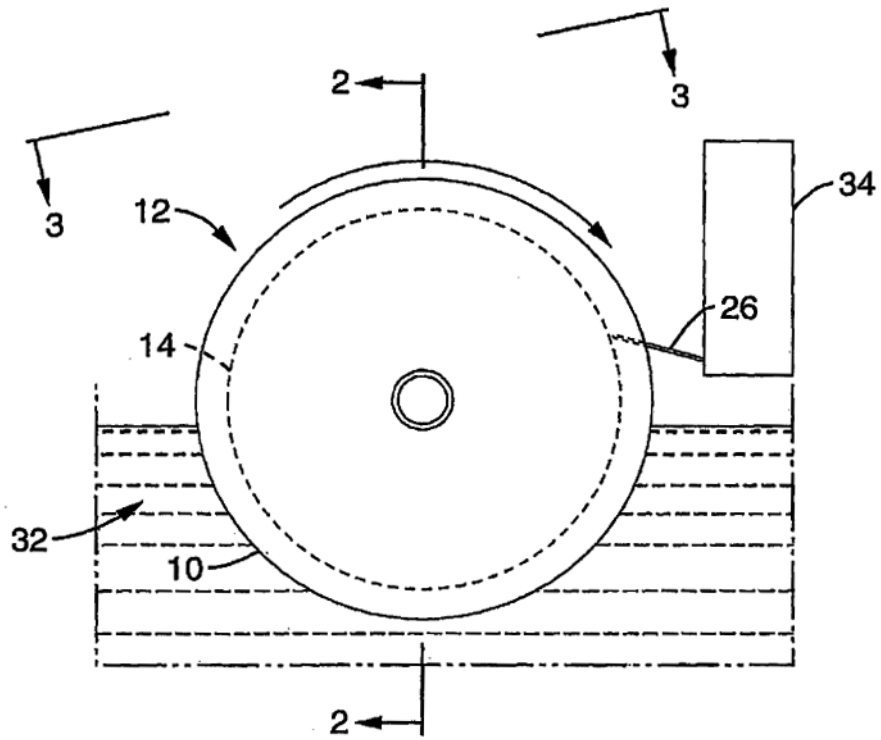


FIG. 1

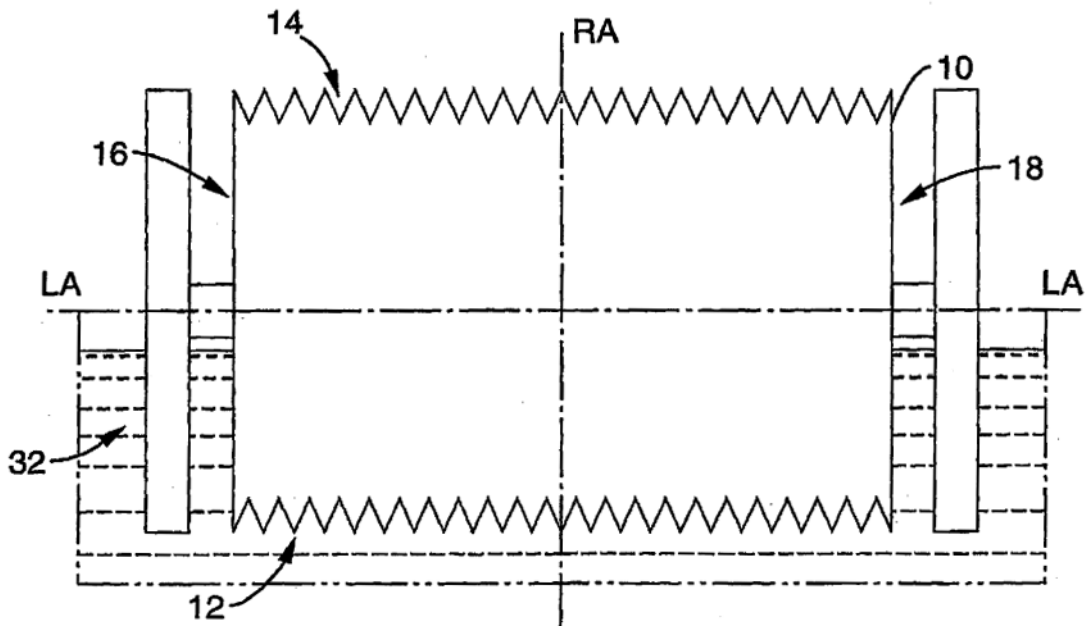


FIG. 2

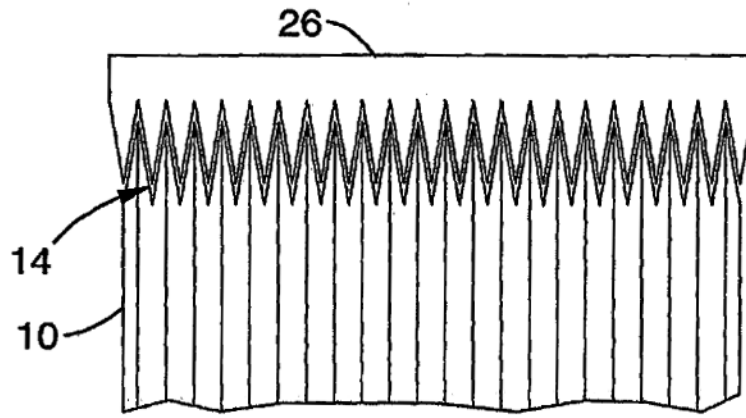


FIG. 3

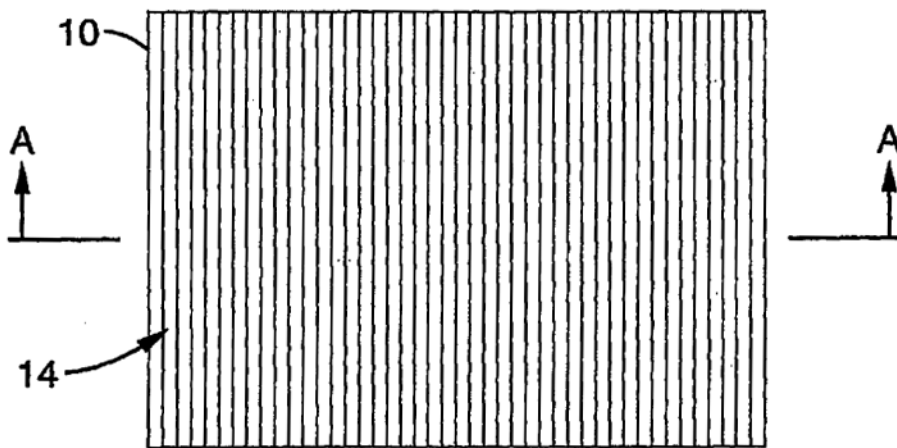
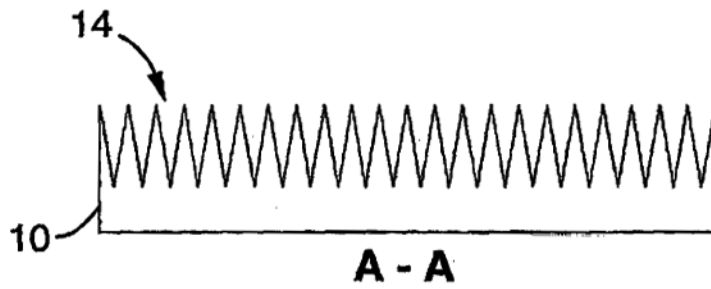


FIG. 4

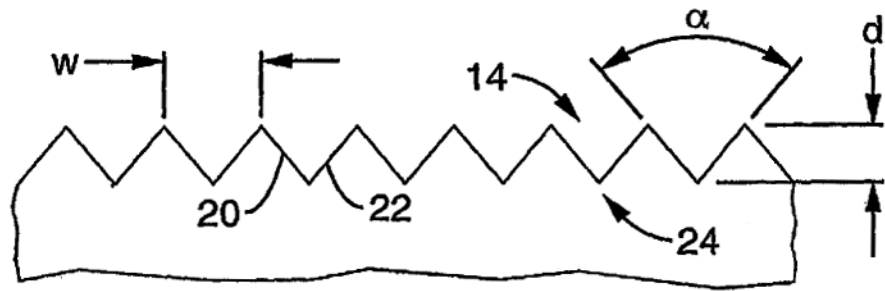


FIG. 5

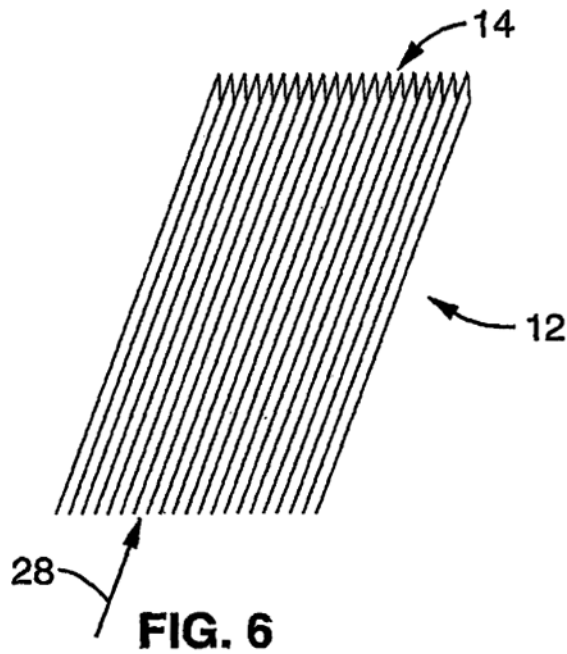


FIG. 6

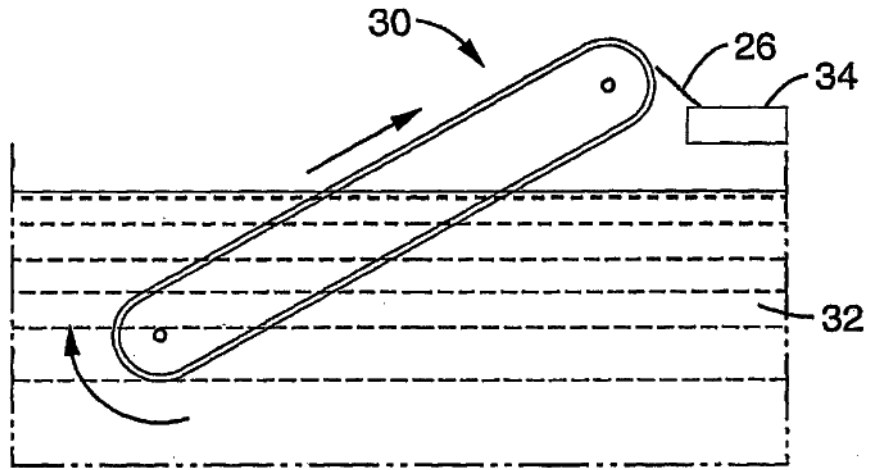


FIG. 7

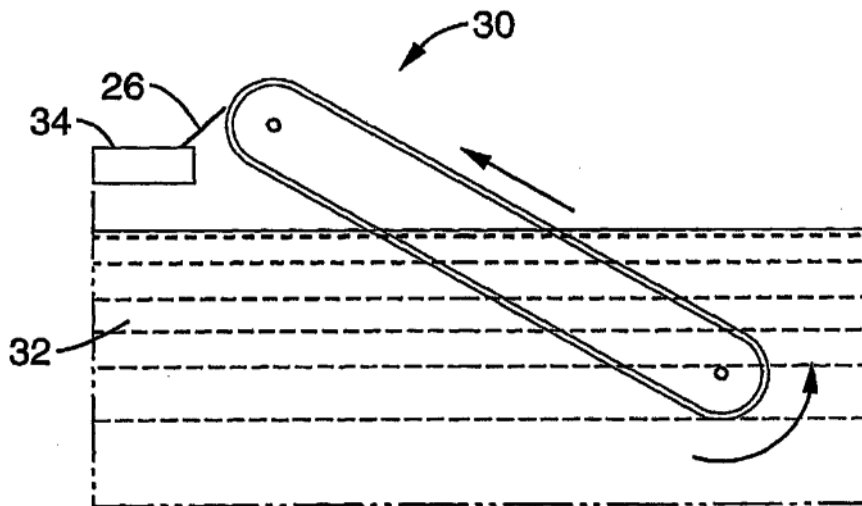


FIG. 8

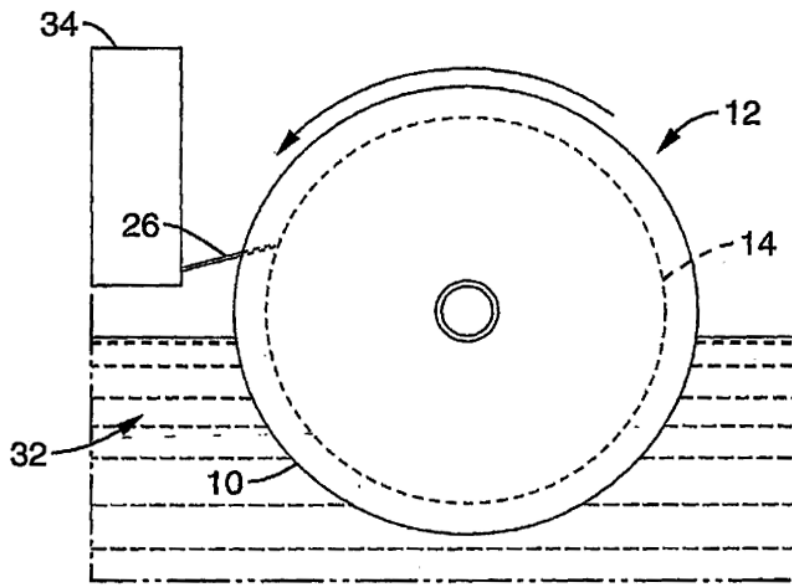


FIG. 9

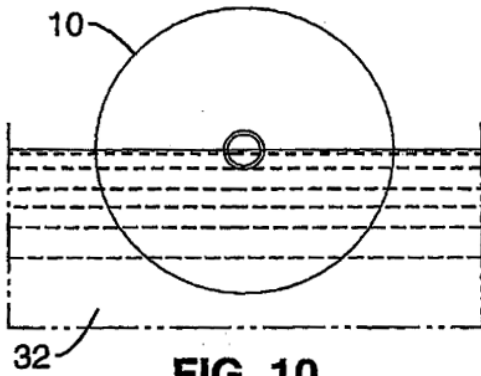


FIG. 10

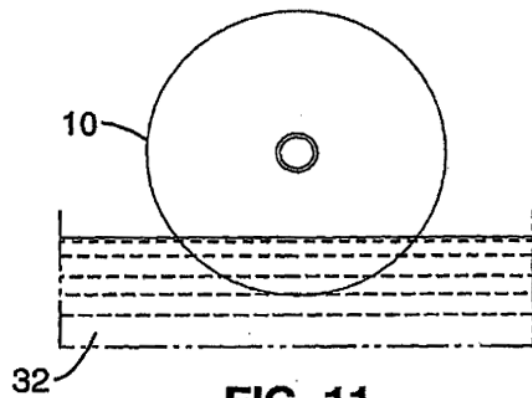


FIG. 11

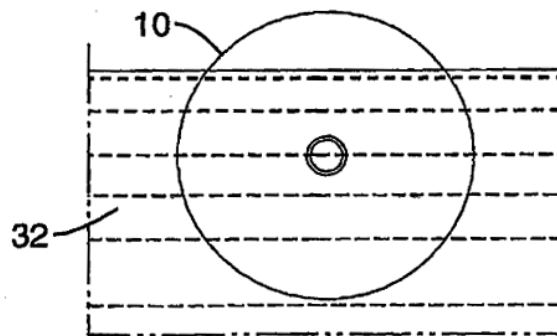


FIG. 12

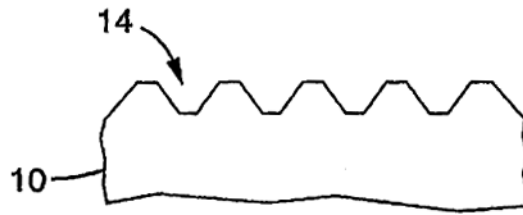


FIG. 13

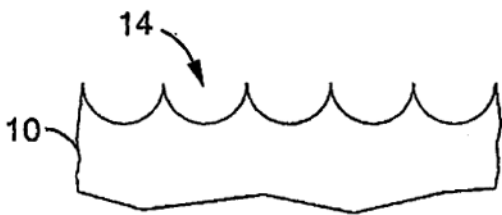


FIG. 14

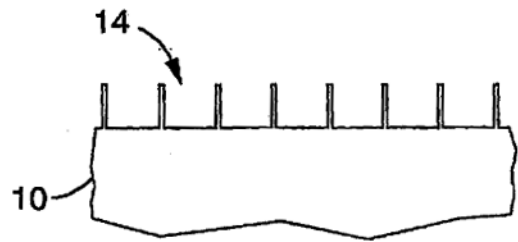


FIG. 15

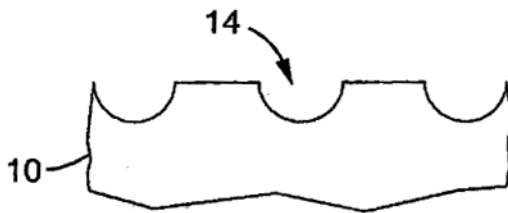


FIG. 16

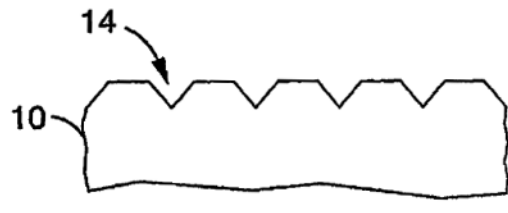


FIG. 17

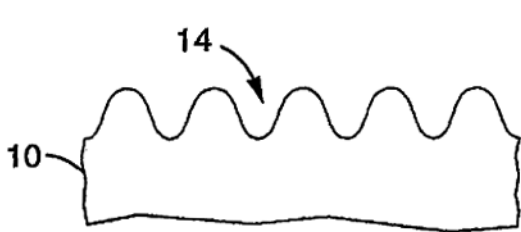


FIG. 18

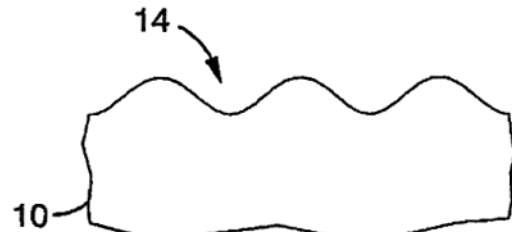


FIG. 19

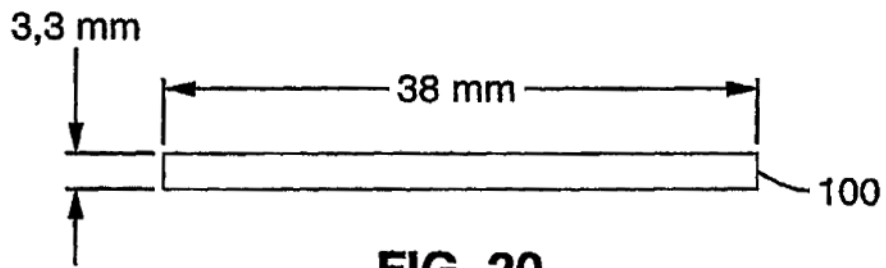


FIG. 20

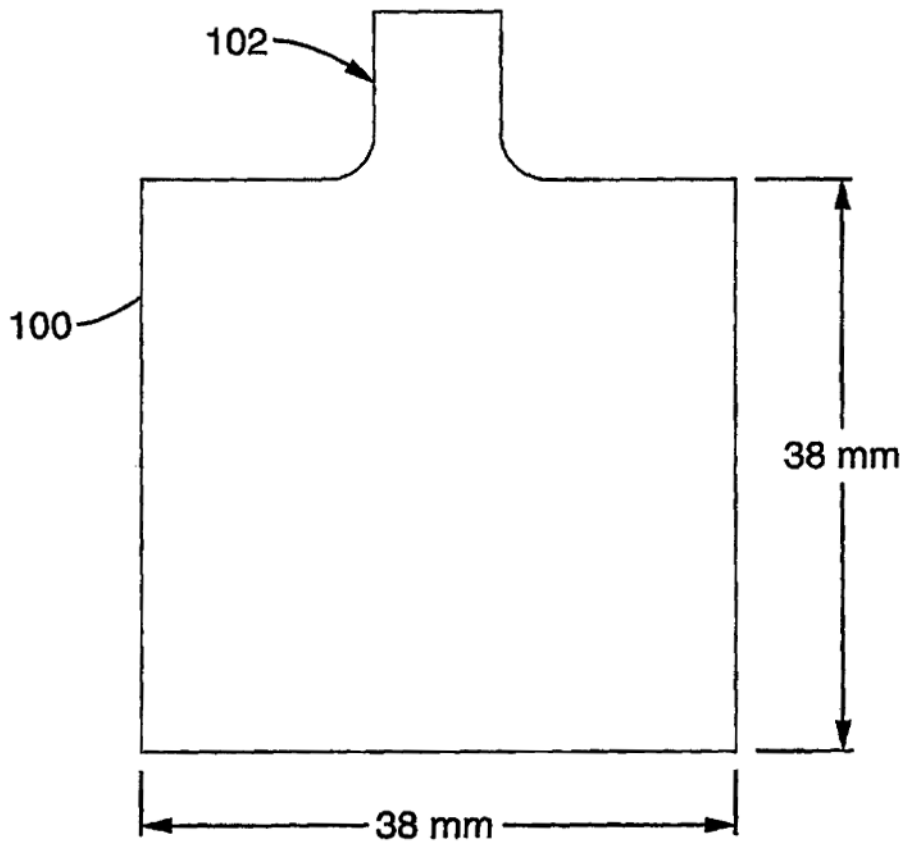


FIG. 21

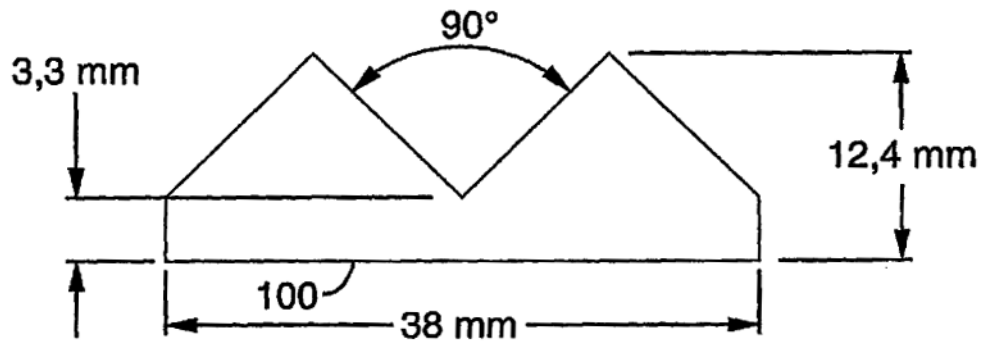


FIG. 22

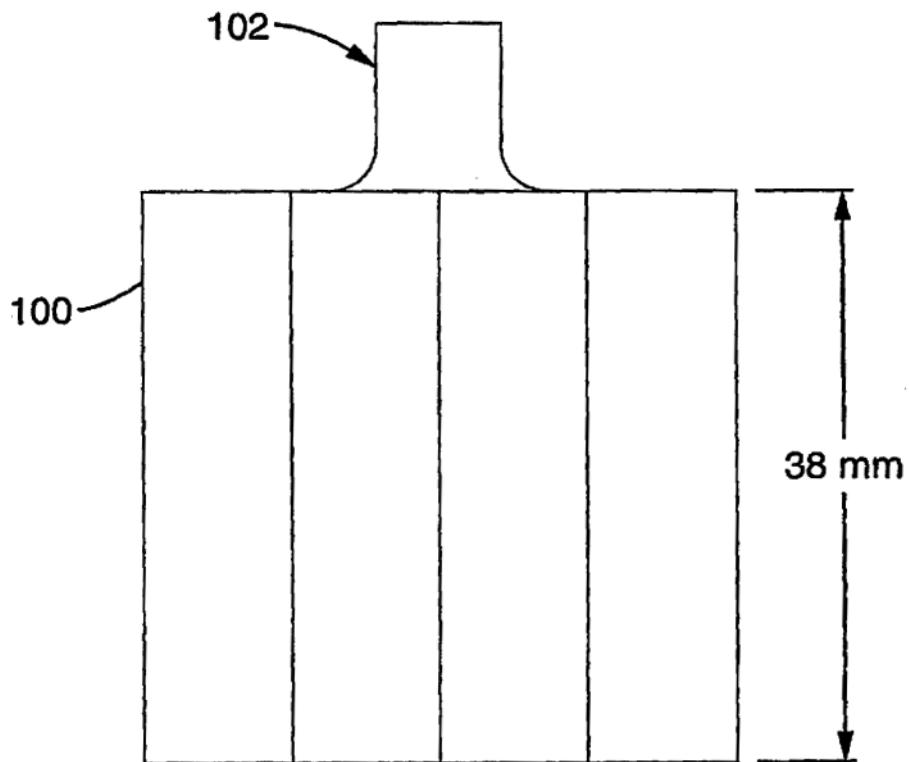


FIG. 23

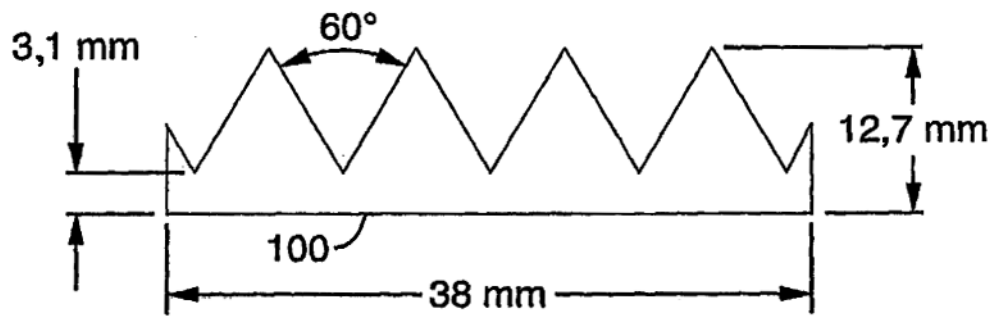


FIG. 24

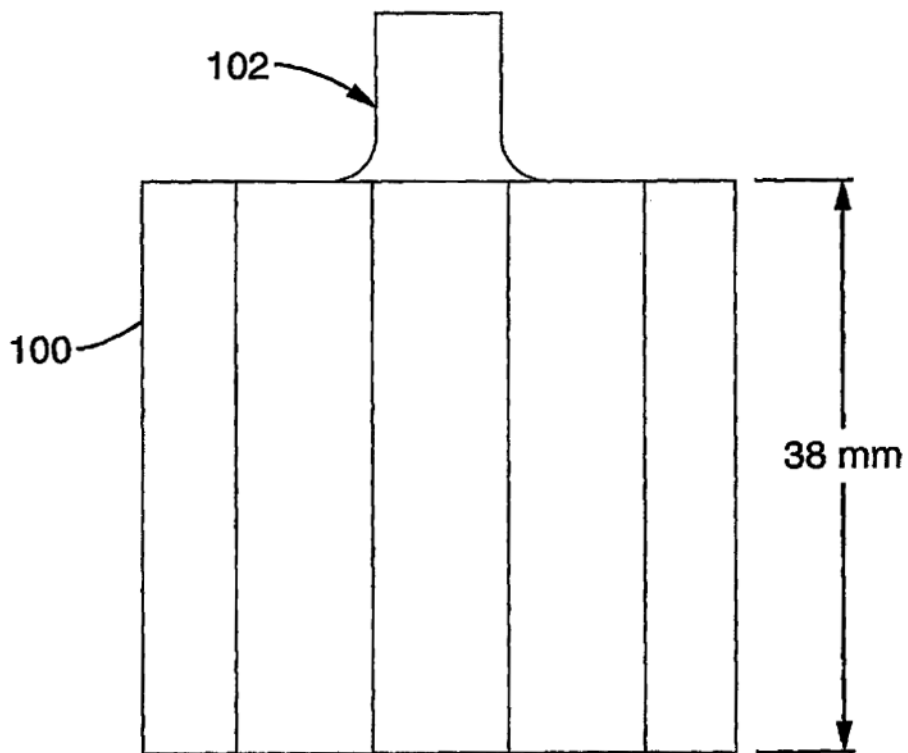


FIG. 25

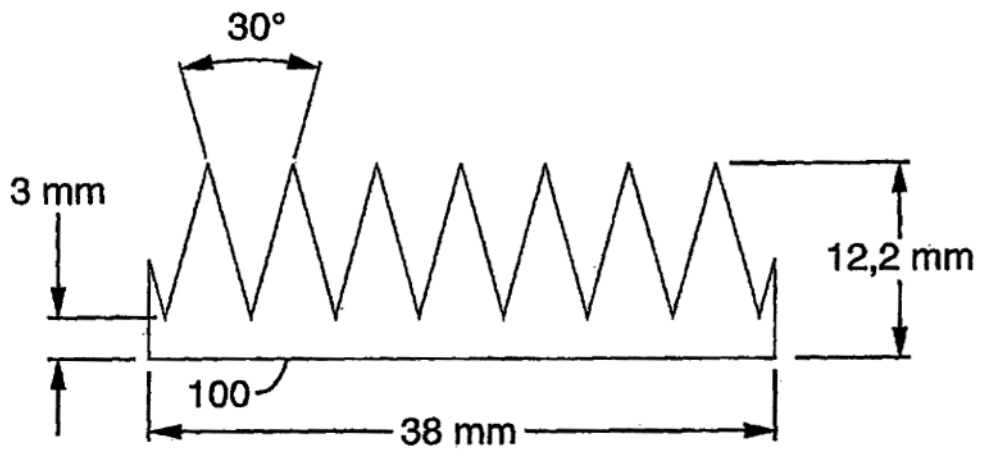


FIG. 26

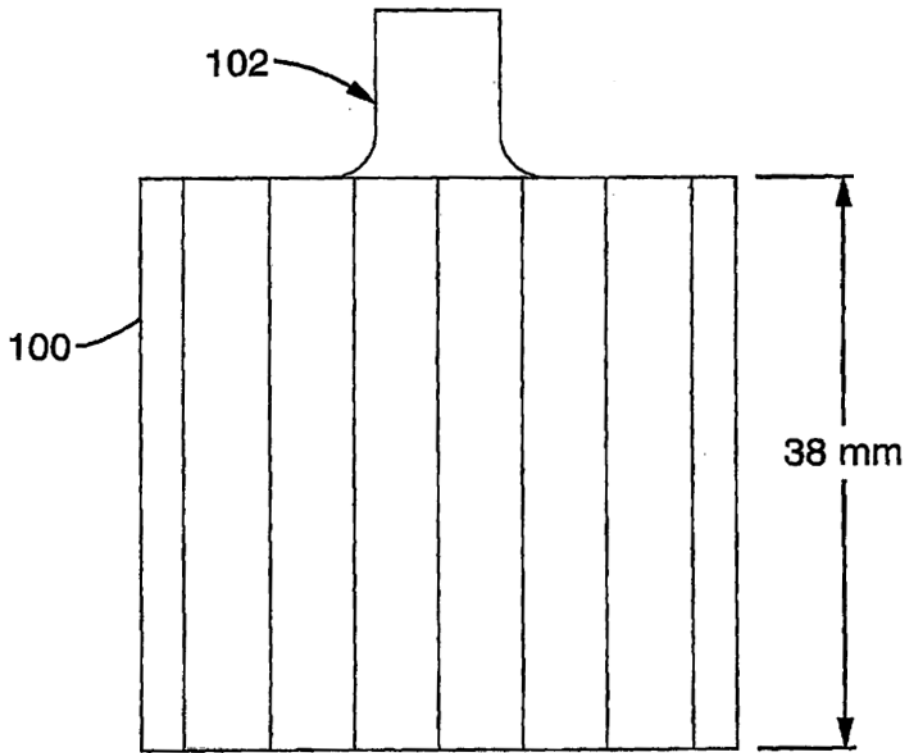


FIG. 27

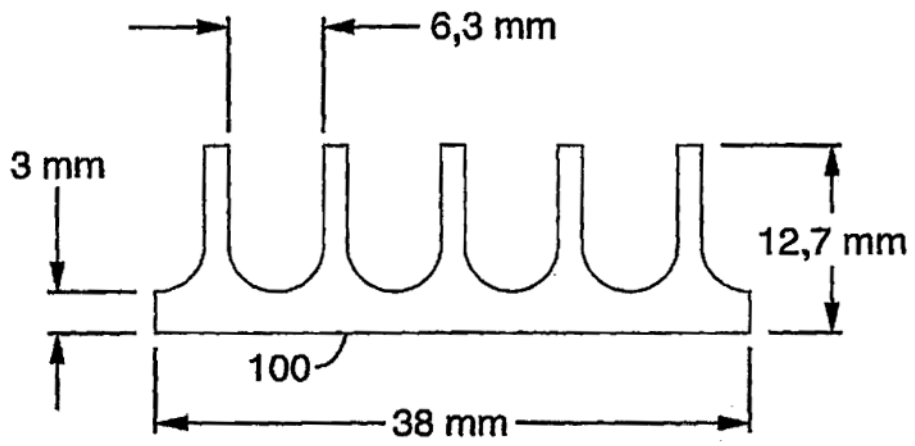


FIG. 28

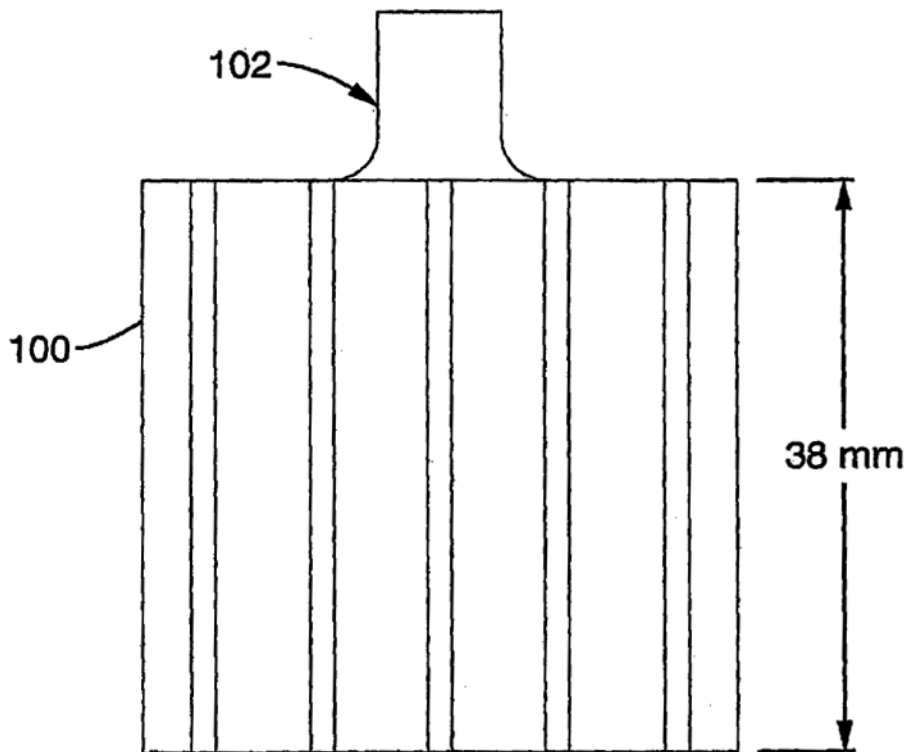


FIG. 29

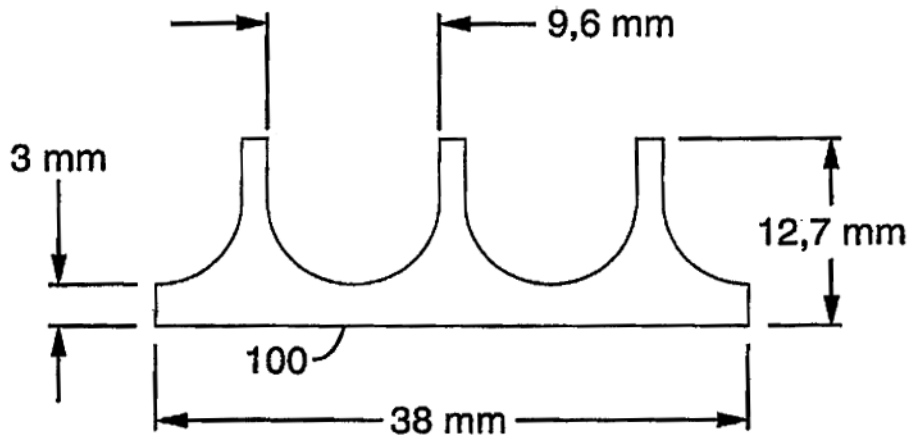


FIG. 30

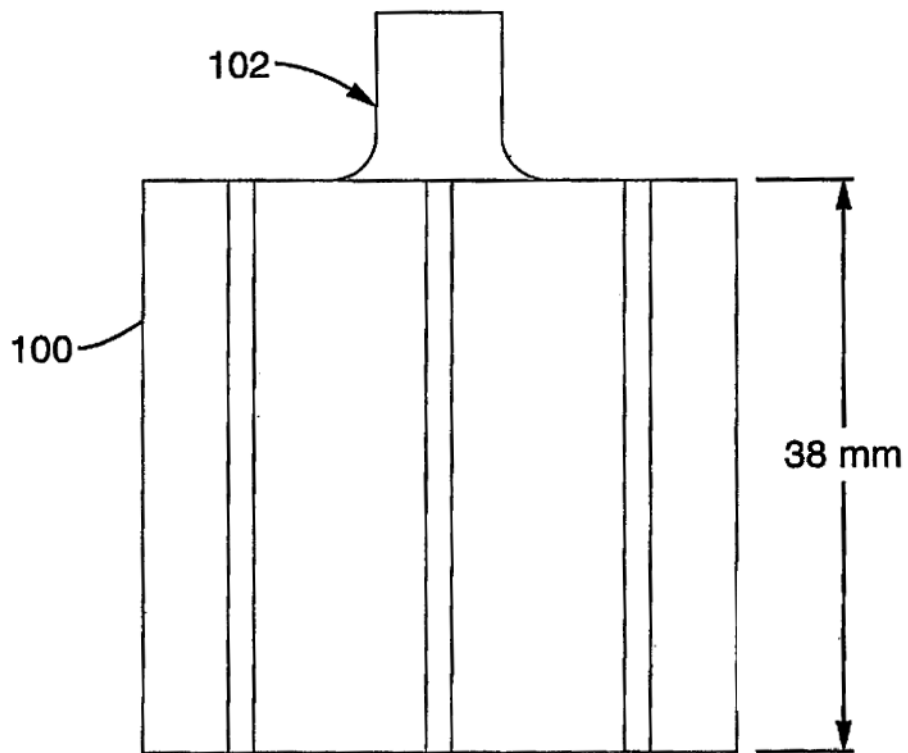


FIG. 31

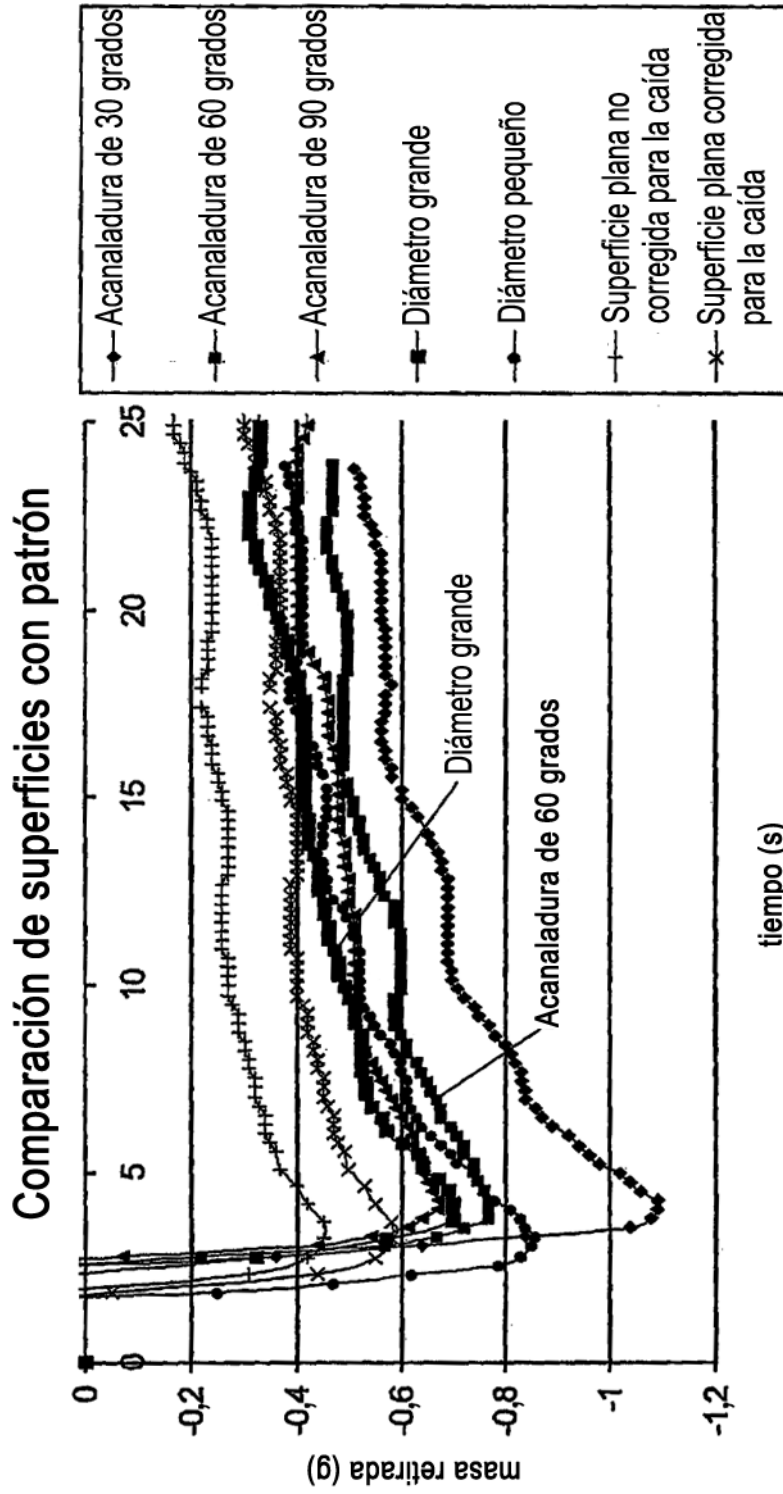


FIG. 32

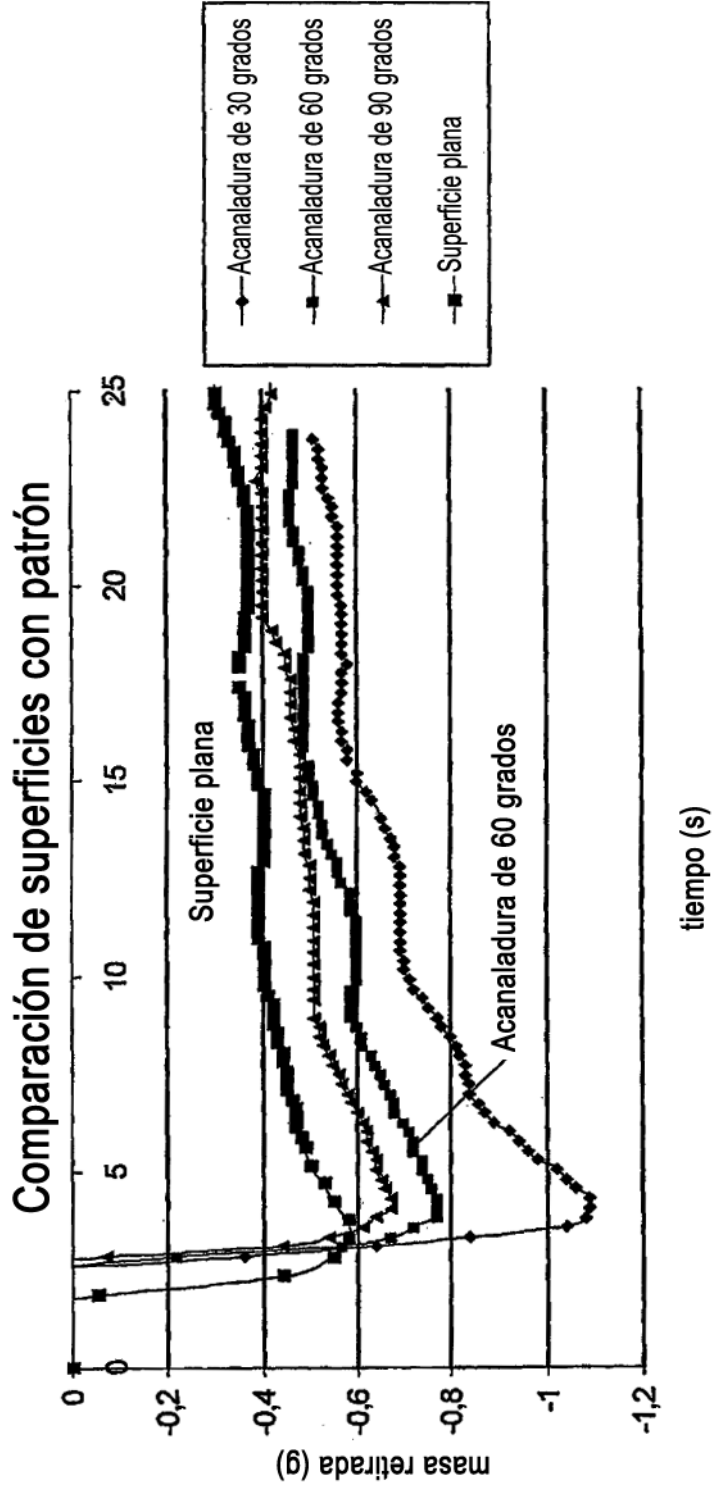


FIG. 33

El efecto del ángulo de la acanaladura y la velocidad de retirada sobre la eficiencia de recuperación

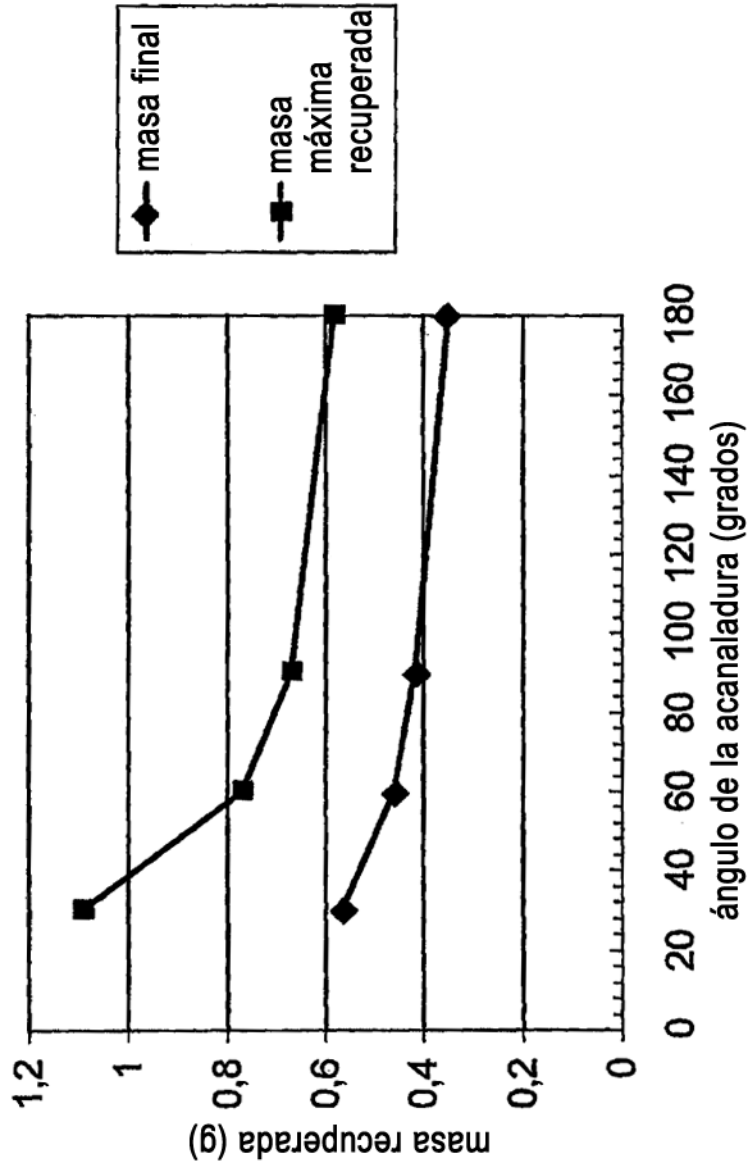


FIG. 34

Eficiencia de recuperación frente a velocidad de rotación del tambor
 Crudo Endicott-mancha de 25 mm

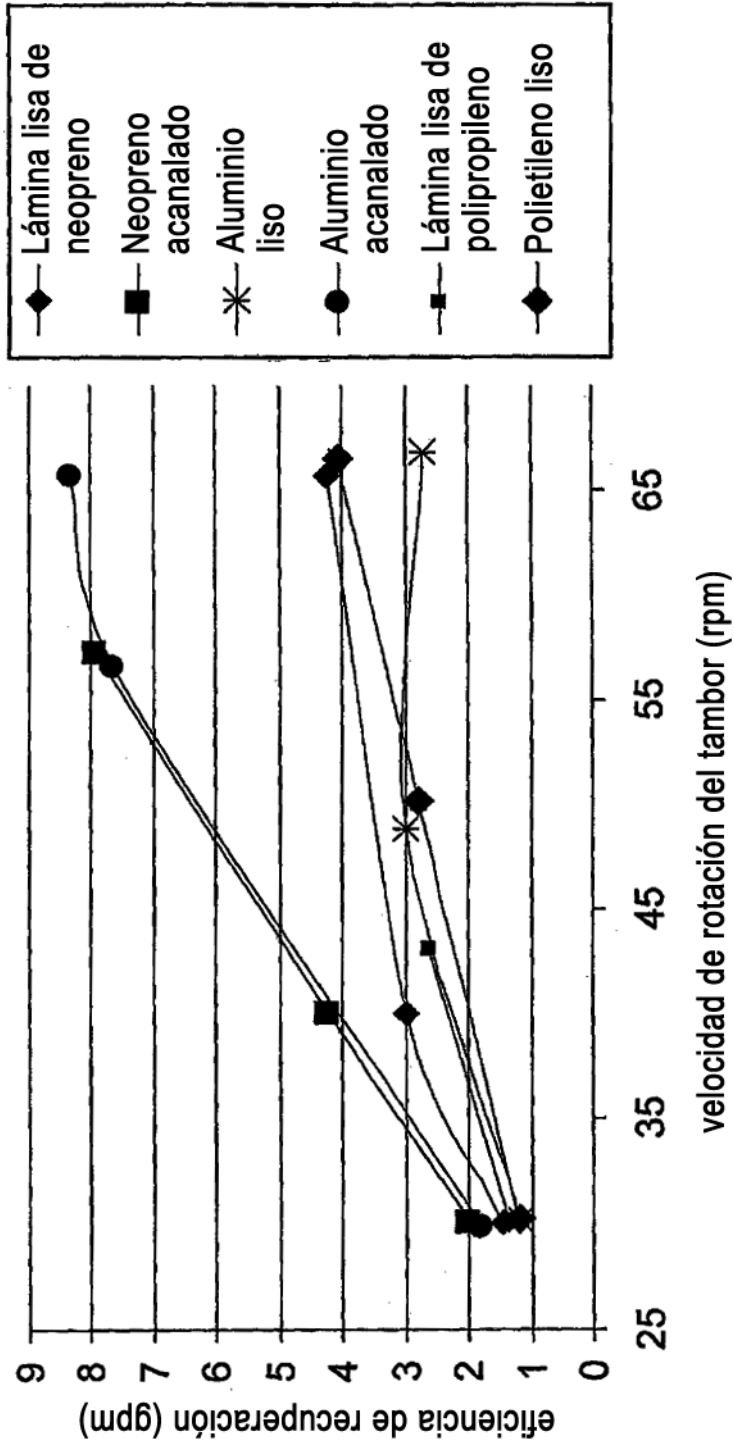


FIG. 35

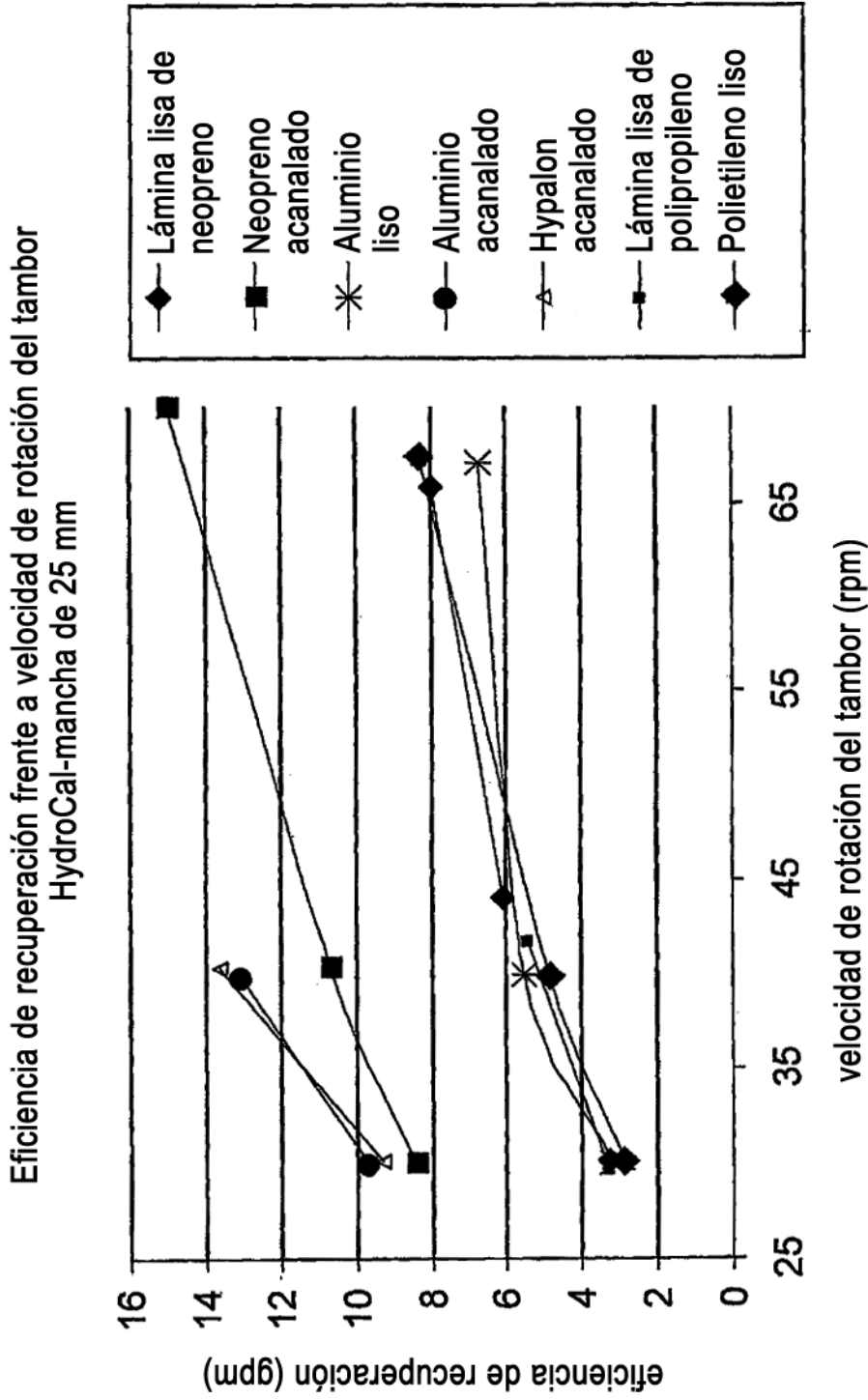


FIG. 36

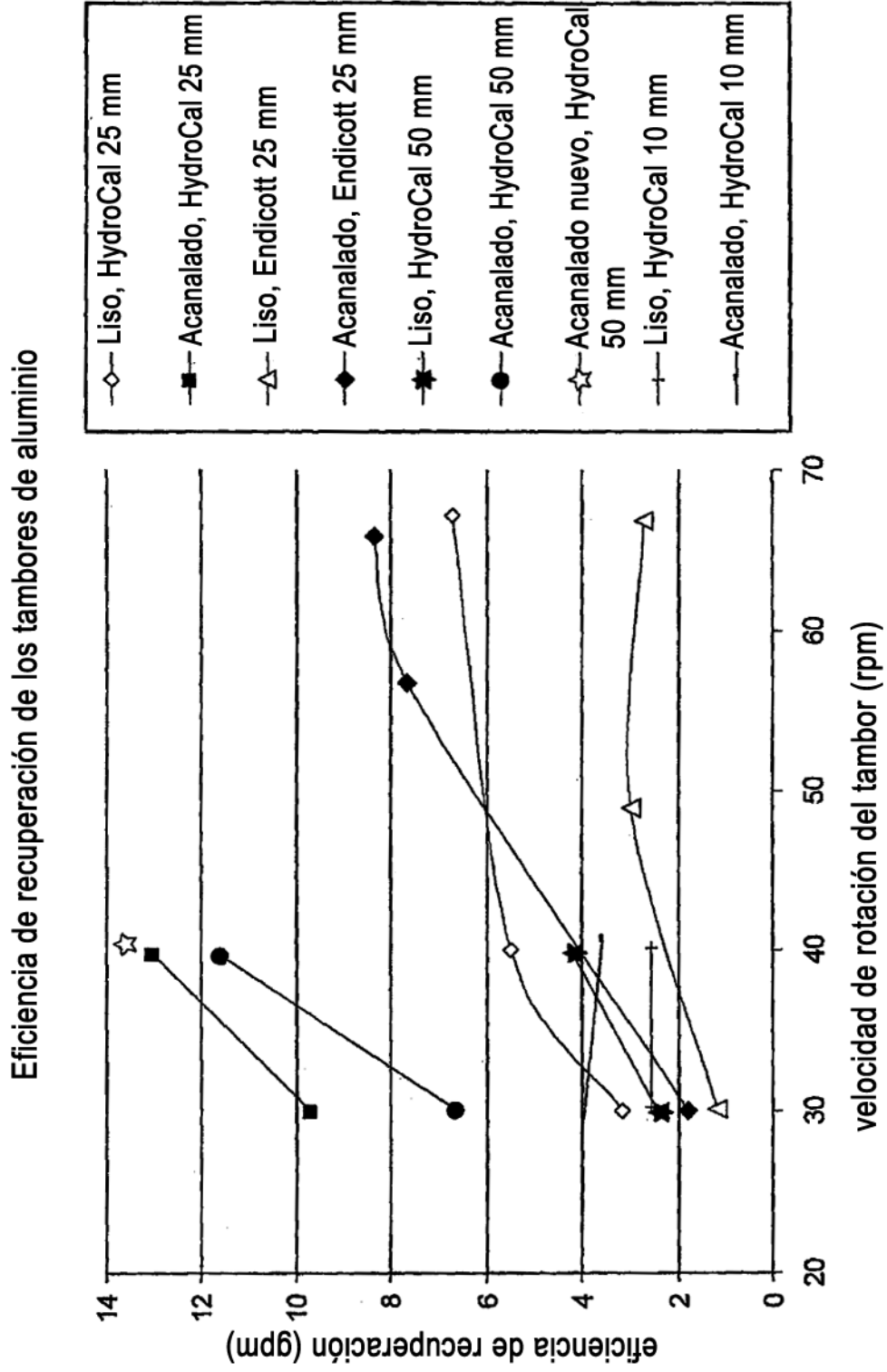


FIG. 37

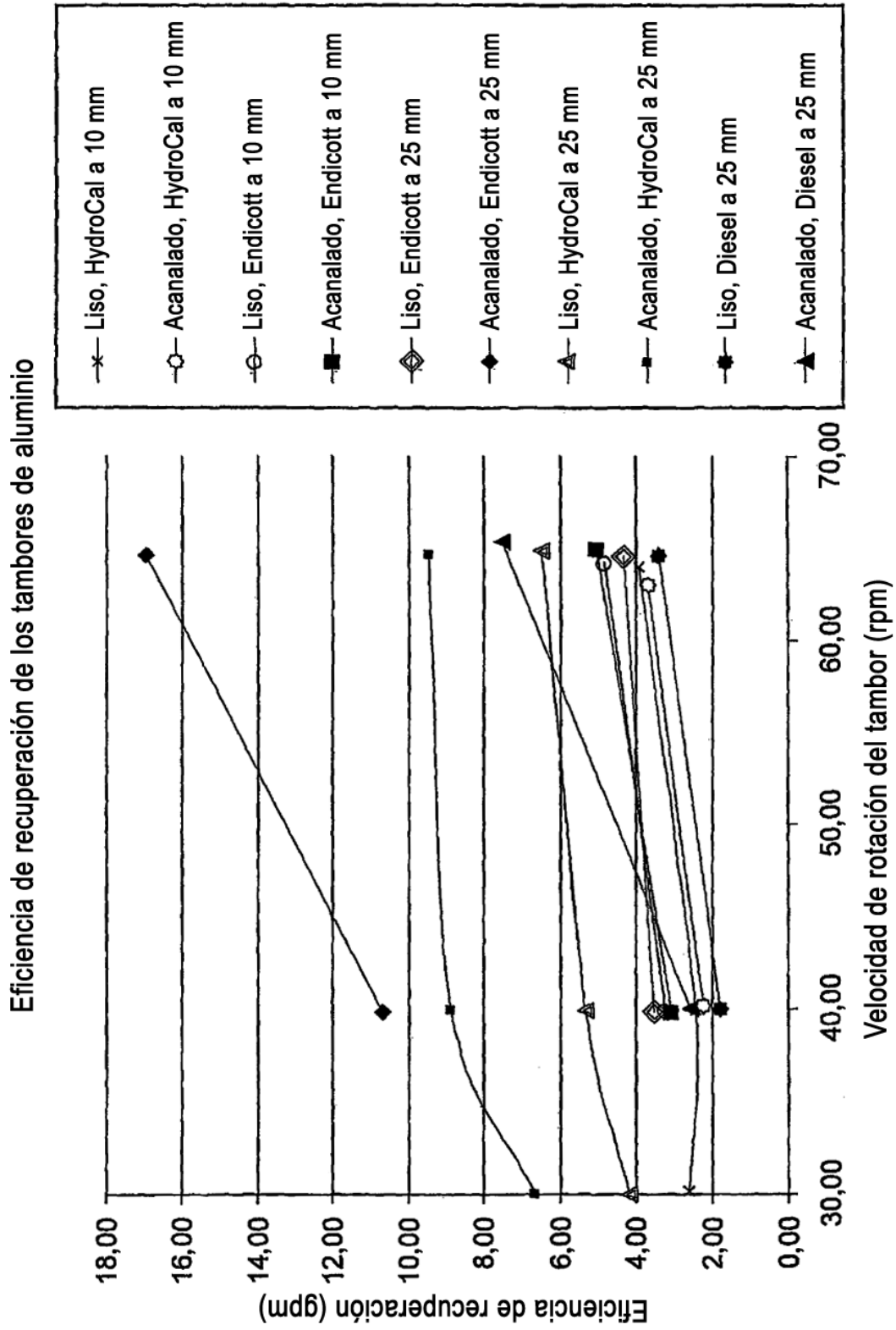


FIG. 38

Efecto de la temperatura y el espesor de la película sobre la eficiencia de recuperación de HydroCal mediante tambores de aluminio

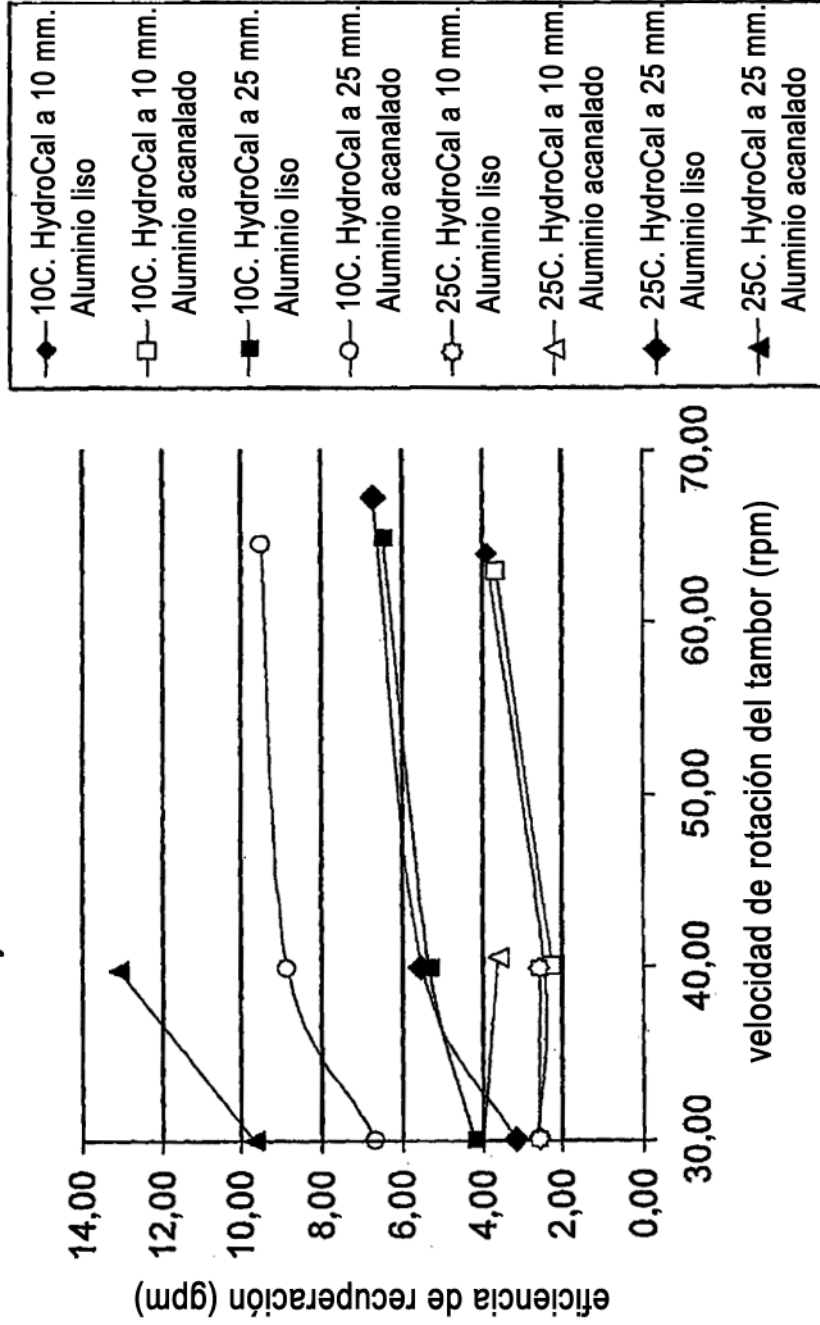


FIG. 39

Efecto del tipo de aceite y la temperatura sobre la eficiencia de recuperación para los tambores de aluminio

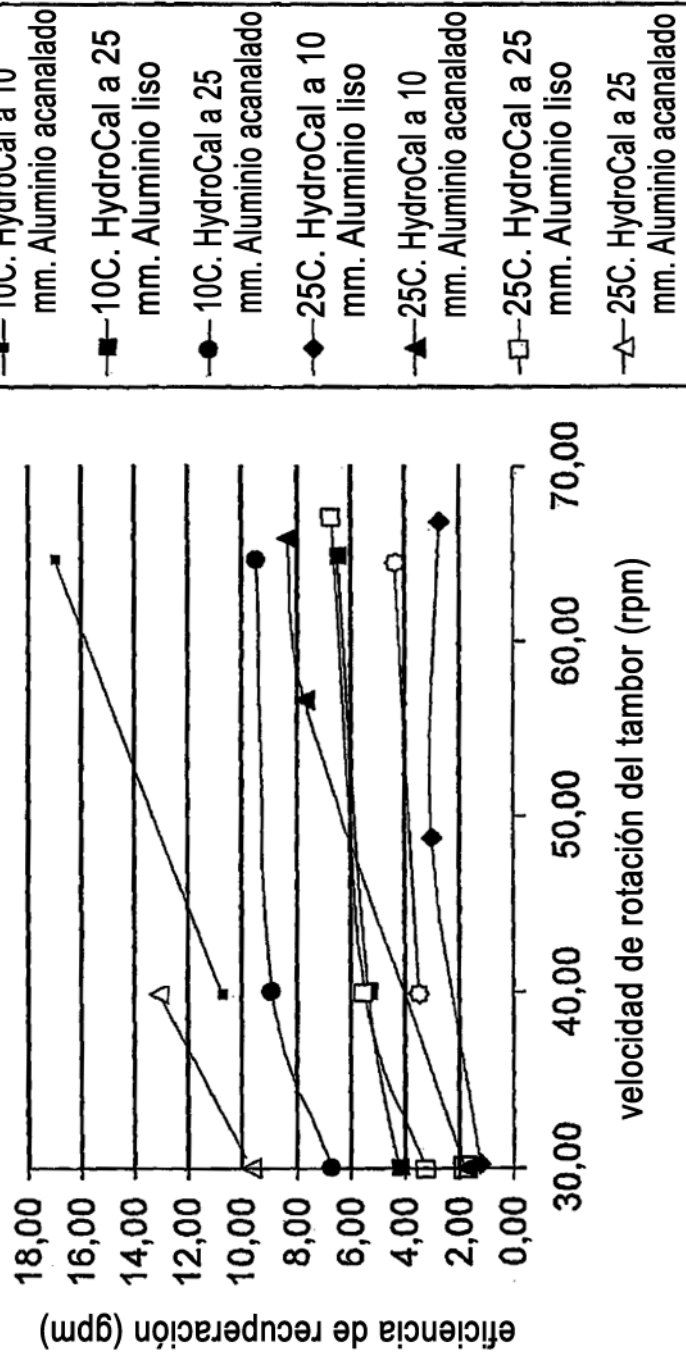


FIG. 40