

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 548 155**

51 Int. Cl.:

B24B 31/00 (2006.01)

C23C 22/73 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.05.2010 E 10720073 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.07.2015 EP 2429762**

54 Título: **Acabado de alto rendimiento de componentes metálicos**

30 Prioridad:

12.05.2009 US 215981 P

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

14.10.2015

73 Titular/es:

**REM TECHNOLOGIES, INC. (100.0%)
325 West Queen Street
Southington, CT 06489, US**

72 Inventor/es:

**SROKA, GARY;
EL-SAEED, OMER y
REEVES, FRANK**

74 Agente/Representante:

TOMAS GIL, Tesifonte Enrique

ES 2 548 155 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

Acabado de alto rendimiento de componentes metálicos

5 Antecedentes de la invención

1. Campo de la invención

10 [0001] La invención se refiere generalmente a procedimientos de acabado para componentes metálicos y más particularmente a un procedimiento de acabado acelerado capaz de producir un acabado de superficie extremadamente liso en un tiempo reducido.

2. Descripción de las técnicas relacionadas

15 [0002] Procedimientos para producir un acabado de superficie lisa en un componente metálico se conocen por ejemplo del documento EP-A2-0 845 327. Tales procedimientos incluyen volteo de tambor, acabado vibratorio abrasivo, trituración, afilado, mecanizado abrasivo y pulido. Ejemplos de partes mecánicas que se pueden acabar usando estos procedimientos incluyen acanaladuras, cigüeñales, árboles de levas, cojinetes, engranajes, juntas de velocidad constante (CV), acoplamientos y muñones. Se pueden alcanzar varias ventajas con tal acabado que incluye una
20 reducción del desgaste, la fricción, el ruido, la vibración, la fatiga de contacto, la fatiga de plegado y la temperatura operativa en el mecanismo con el que están relacionados. Aunque no todos los mecanismos se entienden por los que esto se pueda conseguir, se cree que la reducción de asperezas en la superficie y el metal envejecido pueden reducir la fricción y prevenir el desgaste por fricción, desgaste abrasivo, desgaste adhesivo, brinelación, rozamiento y fatiga de contacto y/o fatiga de plegado en el contacto metal con metal pertinente o superficies estresadas sin contacto
25 dinámicamente. Alternativamente, se pueden proporcionar objetos con un acabado por cuestiones estéticas o por cuestiones de resistencia a la corrosión. La eficacia real del acabado para alcanzar estos efectos parece depender no solo de la suavidad final sino también de la manera en la que se consigue.

30 [0003] Se cree que el tipo de proceso de acabado desempeña un papel debido al relieve microscópico que caracteriza la manera en la que se obtiene el acabado. Esto puede depender del mecanismo de pulido, productos químicos usados, efectos de la temperatura local, naturaleza isotrópica o no isotrópica y muchos otros factores.

[0004] Las primeras técnicas de acabado vibratorio usaban cubetas vibratorias accionadas por motor o tinas donde el componente flotaría libre y permitiría la agitación en presencia de medio abrasivos. Por flotar libre se entiende que los
35 componentes se dejan llevar alrededor del vaso por el movimiento de la masa del medio. El grado e índice de acabado se controla principalmente por la tosquedad, cantidad y o reabastecimiento de la arena abrasiva usada en la masa de medio. Tales procesos se basan en las técnicas de acabado de masa usadas, por ejemplo, para pulir mangos de herramientas de acero inoxidable donde se utilizan el medio de pulido más fino para conseguir el grado deseado de acabado. No obstante, componentes metálicos tales como engranajes o cojinetes que se encuentran en los sectores
40 aeroespaciales o automovilísticos se endurecen típicamente por inducción, se carburizan en caja o mediante endurecido a una dureza de 50 HRC o por encima. Técnicas abrasivas convencionales puede requerir tiempos de tratamiento inaceptablemente largos de 12 horas o más para conseguir el suavidad deseada. En otros procesos, se han introducido productos químicos apropiados en el contenedor de acabado de masa para mejorar la capacidad de acabado y la acción del medio. La US 3.516.203 y US 3.566.552 son ejemplos de tales procedimientos. De acuerdo con la US
45 6.261.154 para McEneny fuerzas adicionales se pueden inducir rotando una pieza alrededor de su eje en una posición fija contra el flujo de medio de acabado.

[0005] Se han desarrollado otros procedimientos donde niveles aumentados de energía mecánica se imparten sobre el componente por movimiento del componente a través de medio relativamente fijo. Tal procedimiento se conoce como
50 acabado de arrastre y se describe por ejemplo en la US 4.446.656 para Kobayashi. Según tales procedimientos, el acabado es solamente un proceso abrasivo. Los altos niveles de energía y la velocidad de abrasión pueden no obstante ser perjudiciales para la tolerancia geométrica de componentes metálicos tales como engranajes o cojinetes. Esto ocurre particularmente cuando la dirección y la ubicación del pinzamiento de medio en el componente no es uniforme sobre la superficie tratada. En un esfuerzo por mejorar la uniformidad, geometrías de movimiento complejo se imparten
55 sobre los componentes que implican rotación alrededor de múltiple ejes. Tal máquina de acabado de arrastre se describe en la US 6.918.818 para Böhm. En este dispositivo, componentes individuales se pueden fijar a un husillo de accionamiento para acabado. El rendimiento total de los componentes se determina por el tiempo de proceso y el tiempo de fijación para conectar y desconectar componentes del husillo de arrastre.

60 [0006] Un procedimiento que puede conseguir una superficie súper acabada ultra lisa es el acabado vibratorio acelerado químicamente (CAVF, por sus siglas en inglés). Una técnica de acabado vibratorio químicamente acelerado se ha desarrollado y descrito en numerosas publicaciones por REM Chemicals, Inc. Esta técnica se puede utilizar para refinar partes metálicas a una superficie lisa y brillante y se ha usado comercialmente durante muchos años. La patente de EE.UU. nº 4.818.333 para Michaud y la patente de EE.UU. 7.005.080 para Holland revelan esta técnica de acabado
65 mejorada. Una diferencia significativa entre esta técnica y procesos a base de medios abrasivos es que en un proceso de acabado químicamente acelerado, el medio no desgasta significativamente la superficie metálica. La combinación del

medio más la energía mecánica impartida por el equipamiento de acabado de masa en cuestión no es capaz de eliminar eficazmente el material de la superficie del componente sin sustancia química acelerada. Procesos mixtos también se han sugerido.

5 [0007] Otra característica importante de las superficies producidas por CAVF es que son planarizadas. Esto significa que la superficie desigual antes del acabado se alisa por eliminación de las asperezas salientes hacia arriba con pequeño cambio de la forma de cualquier depresión o valle. Aunque no deseamos quedar atados por la teoría, la superficie resultante se caracteriza por las mesetas planas, que se entiende que tienen buenas características de soporte de carga por grietas que facilitan la retención de aceite. Estas superficies planarizadas también se cree que tienen la ventaja de que sustancialmente no hay ningún pico que de otro modo penetraría a través de una película lubricante y causaría daños con una superficie de acoplamiento. Un acabado vibratorio químicamente acelerado de menos de 0,5 micras Ra tiende a mostrar algunos o todos los beneficios de rendimiento mencionados anteriormente.

15 [0008] Un factor significativo en el uso de CAVF es la cantidad y concentración de sustancia química usada. Los productos químicos son ácidos y el exceso de químicos y/o la concentración o la temperaturas elevadas pueden provocar grabado de la superficie del componente que se está acabando y/o pueden causar otro deterioro metalúrgico del metal. Los componentes de alta dureza son también frecuentemente más susceptibles de ataque químico tal como grabado de productos químicos típicamente usados en CAVF. En general, si se produce grabado, componentes tales como engranajes o cojinetes es posible que sean descartados. Para evitar tal daño, la cantidad y tipo de sustancia química y temperatura del proceso está cuidadosamente relacionada con la cantidad de medio y el área de superficie de los componentes que se van a acabar. Típicamente, se utiliza un tratamiento de flujo pasante. En el tratamiento de flujo pasante, el vaso vibratorio funciona en un entorno al aire libre a temperatura ambiente, y dispone de un sistema de entrega de sustancia química donde la sustancia química líquida de aceleración, a temperatura ambiente, se dosifica continuamente en el vaso durante el proceso de refinamiento de superficie. Simultáneamente, un drenaje abierto en un punto bajo en el vaso continuamente drena el líquido de exceso de manera que no se produce encharcamiento durante la operación. Para evitar el grabado y operar eficazmente, la cantidad de sustancia química de flujo pasante debería ser suficiente para mojar el medio y los componentes, y deberían estar en una concentración justo suficiente para reaccionar con la cantidad de área de superficie de los componentes metálicos que se están acabando. Así, el flujo de entrada excesivo de líquido se evita para prevenir un desarrollo de volumen de líquido en el vaso para evitar el grabado. De forma similar, un bloqueo del drenaje que causa una acumulación de sustancia química en el vaso vibratorio puede llevar a grabado y posterior desecho de todos los componentes. Temperaturas por encima de la temperatura ambiente en el vaso vibratorio, independientemente de la cantidad de líquido que haya dentro del vaso, puede también aumentar el potencial de grabado y desecho de tales componentes.

35 [0009] Se han realizado pruebas para determinar condiciones óptimas para CAVF. En un documento en la Tri-Services Corrosion Conference 2007 por Juergen Fischer titulado "Basic Studies Concerning Chemically Accelerated Vibratory Surface Finishing" se concluyó que se puede conseguir mayor velocidad de acabado utilizando mantenimiento químico reducido y que el proceso no mostró dependencia de temperatura visible en el rango estudiado.

40 [0010] Una ventaja del acabado vibratorio en un bol o cubeta es que muchos componentes individuales se pueden acabar en un lote único. Tal acabado de lote puede, no obstante, no ser conveniente en un entorno de cadena de producción artículo por artículo (justo a tiempo) o donde los componentes se deben identificar individualmente o unir. En particular, con respecto a los ensamblajes de engranajes, es frecuentemente que dos o más componentes estén unidos, por ejemplo, por un proceso de pulido. Luego, es deseable que las partes unidas se mantengan juntas durante operaciones posteriores. Para este tipo de componentes, el acabado de lote (masa) generalmente no es adecuado. El acabado de masa también puede ser inadecuado en casos donde componentes delicados pueden no golpear el uno contra el otro en el proceso vibratorio. Se han sugerido y desarrollado muchos otros procesos de acabado, pero ninguno ha demostrado ser adecuado para acabado de masa en cadena de alto rendimiento (tal como un bol vibratorio, cubeta o tambor de volteo) de gran número de componentes que requieren manipulación especial.

50 [0011] Así, hay una necesidad particular de un dispositivo y procedimiento que permita resolver al menos algunos de estos problemas.

Breve resumen de la invención

55 [0012] La presente invención enfoca estos problemas mediante un método para acabado de una superficie de un componente de acero, que comprende todos los pasos de la reivindicación 1. Al anegar el receptáculo con sustancia química en exceso en combinación con movimiento relativo de alta energía, se puede conseguir un nivel aceptable de acabado en un tiempo significativamente reducido. Se han conseguido reducciones de tiempo de 60 minutos o más para un proceso estándar CAVF a dos minutos para un proceso de alta energía anegado. A continuación, la mención de "la superficie" se entenderá que se refiere a la superficie que debe acabarse específicamente. Se entenderá que otras partes del componente se pueden enmascarar para evitar tratamiento, mantener sobre el nivel de sustancia química o parcialmente tratadas (es decir, donde el grado de acabado puede no ser importante).

65 [0013] En el contexto de la invención, el término "anegado" se refiere a la presencia de una cantidad de sustancia química suficiente para formar continuamente el recubrimiento de conversión a una velocidad equivalente a la inmersión

completa en la sustancia química. Puede haber varias alternativas para mantener tal sustancia química de exceso. Se puede conseguir manteniendo, por ejemplo, un nivel definido de sustancia química en el receptáculo y literalmente inmersión del componente en la sustancia química o por suministro continuamente de sustancia química a un índice alto, suficiente para sumergir "efectivamente" el componente.

5

[0014] En el caso de que el componente se sumerja literalmente, preferiblemente, al menos la mitad de la superficie que se va a acabar se sumerge en la sustancia química de acabado. Dependiendo de la forma y el movimiento del componente, la inmersión parcial puede ser suficiente para agitar el medio y la sustancia química para conseguir un enjuague adecuado de la superficie entera por la sustancia química. De forma más preferible, no obstante, la superficie completa se sumerge por debajo del nivel de la sustancia química en todo el ciclo completo. Se entiende que una vez que el componente empieza a agitar el medio y la sustancia química, el nivel exacto de la sustancia química puede ser difícil de definir. Por esta razón, la referencia a la inmersión se refiere a la posición con respecto al nivel inerte de sustancia química en el receptáculo.

10

15

[0015] Alternativamente, se puede conseguir inmersión eficaz aplicando sustancia química de acabado al receptáculo a razón de al menos 0,1 litros por hora por litro de medio y de la forma más preferible a índices significativamente más altos por ejemplo más de 0,5 litros por hora por litro. Esto se puede conseguir sin mantenimiento significativo en el receptáculo asegurando un drenaje adecuado. Procesos de CAVF convencionales trabajando en condiciones de flujo pasante se han utilizado en el pasado con un suministro constante de sustancia química. Este suministro se limitó generalmente a un valor relativamente bajo para evitar el grabado indeseable de los componentes. La cantidad exacta de flujo se calcularía para mantener el medio en una condición "justo humedecida" y así dependerían de la cantidad de medio que se usara. Esta cantidad generalmente sería no más de 0,04 litros por hora por litro de medio.

20

25

[0016] En ambos casos, el método puede comprender suministro continuo de sustancia química de acabado fresca al receptáculo. La sustancia química se puede suministrar al receptáculo en un proceso de flujo pasante y puede utilizarse para ayudar a mantener una temperatura elegida dentro del receptáculo. La sustancia química puede circular y se puede reutilizar y/o rellenar. El flujo circulante puede incluir filtros, intercambiadores térmicos y similares. En la forma de realización literalmente sumergida, el nivel definido de la sustancia química de acabado se puede determinar por salidas de rebosamiento del receptáculo. La sustancia química en exceso de este nivel rebosa automáticamente y se puede recircular.

30

35

[0017] El proceso es continuo hasta que una aspereza superficial Ra de la superficie sea inferior a 0,5 micras, preferiblemente menor de 0,35 micras e incluso tan pequeña como 0,1 micra. El grado preciso de acabado depende del uso previsto. El acabado es también planarizado y preferiblemente isotrópico, es decir, no hay diagrama direccional de líneas. Este, no obstante, depende al menos parcialmente de la manera en la que la alta energía es impartida entre la superficie y el medio. Cabe destacar, no obstante, que la superficie frecuentemente se dejará con un revestimiento de recubrimiento de conversión y no parecerá necesariamente tipo espejo.

40

45

[0018] Según un aspecto importante de la invención, el proceso se realiza a una temperatura mayor de 40 °C (104 °F), preferiblemente mayor de 50 °C (122°F) e incluso mayor de 70°C (158°F). Los procesos de CAVF de la técnica anterior se han realizado a temperatura ambiente, en particular temperaturas entre 18 °C y 35 °C (65-95 °F) se han recomendado. Se entendió que temperaturas elevadas de alrededor de 40 °C (104 °F) eran perjudiciales para el procedimiento y podrían causar grabado del componente. Según el presente procedimiento de alta energía, se ha descubierto que las altas temperaturas son deseables en más reducción del tiempo para finalización - sin los efectos negativos de grabado. La temperatura elevada se puede conseguir calentando bobinas o elementos, sustancia química calentada y similares. Dado que el proceso de alta energía en sí genera energía considerable, el aislamiento del receptáculo solo puede ser suficiente para producir temperaturas elevadas, y bajo determinadas circunstancias debería hacerse provisión para prevenir que aumente excesivamente. La temperatura también puede ser ajustable para regular la velocidad de acabado o adaptarse a otros parámetros de proceso.

50

[0019] Según otra forma de realización de la invención, el nivel definido de la sustancia química de acabado es ajustable. Puede ser conveniente para ajustar los parámetros de proceso para acabar un componente más o menos rápidamente o para acomodar diferentes tamaños de componente.

55

[0020] Según una forma de realización preferida, el receptáculo es un bol de acabado de arrastre y el movimiento relativo tiene lugar forzando componente a través del medio. En este contexto, el acabado de arrastre se entiende que se refiere a un sistema donde un componente se fuerza a través de una cantidad de medio relativamente fijos. No es necesaria una dirección de movimiento particularmente y el término no se pretende que esté limitado movimientos de tracción solo. Tal sistema tiene la ventaja de que fuerzas relativamente grandes se pueden aplicar al componente induciendo así el movimiento relativo de alta energía requerido entre la superficie y el medio. El experto en la materia entenderá que la eficacia de eliminación del recubrimiento de conversión dependerá al menos parcialmente de la velocidad relativa de movimiento de la superficie y el medio y la presión ejercida por el medio sobre la superficie. Las dinámicas precisas son complejas y serán determinadas por mecánicas de flujo para material en partículas. Sin embargo, los sistemas de acabado de arrastre han demostrado ser muy eficaces en la maximización de transferencia de energía en la superficie tratada. Se ha realizado una prueba comparativa utilizando medio abrasivos en el acabado de arrastre, acabado de disco por centrifugado y maquinarias de acabado vibratorio. El uso de medio abrasivo solo, la

60

65

eliminación de material está cercanamente enlazada a la energía transmitida a la superficie. Según tales pruebas, se ha demostrado que una disposición de acabado de arrastre configurada correctamente puede impartir 100x más energía a la superficie que un proceso vibratorio. Una máquina de disco por centrifugación imparte alrededor de 30x más energía que una máquina vibratoria, pero todavía 3x menos que una máquina de acabado de arrastre.

5

[0021] También se puede destacar que en el acabado de arrastre convencional el componente se mueve mientras el medio están relativamente estacionarios. Por esta razón, el desgaste de energía y la fricción del medio debido a fuerzas internas que actúan en el medio se reduce. En general, el acabado de arrastre sin agitación vibratoria del medio es por lo tanto preferido. Tal vibración puede también reducir la presión de medio en la superficie por "fluidificación" del medio. Bajo circunstancias determinadas, no obstante, la vibración se pueden utilizar por ejemplo donde tal presión reducida es deseable. Dispositivos alternativos para causar energía alta relativa al movimiento también se pueden usar, incluyendo sistemas donde el medio se mueven con respecto a un componente fijo tal como un bol rotativo o el dispositivo descrito en la US 6.261.154 por encima.

10

15

[0022] Preferiblemente, el movimiento relativo de alta energía tiene lugar a una velocidad relativa de al menos 0,5 m/s, de forma más preferible, al menos 1,0 m/s. Se entenderá que mediciones de velocidad precisas pueden ser difíciles de determinar y que los valores anteriores representan índices medio de flujos de medio a través de la superficie.

20

[0023] En una forma más preferida de sistema de acabado, el componente es soportado por un accesorio y el accesorio es accionado para girar el componentes alrededor de al menos un eje de rotación. Un dispositivo que ha probado ser eficaz en alcanzar el movimiento deseado es el acabador de arrastre tal y como se describe en la US 6.918.818. Tal dispositivo comprende varios husos en una torreta central. Los husos giran alrededor de la torreta y también alrededor de sus propios ejes, a la manera de una amasadora. Cada husillo porta un accesorio destinado a contener un componente. La torreta se puede rotar a velocidades de aproximadamente 6 a 60 r.p.m., que para movimiento a lo largo de un círculo de diámetro de 1,0 m, lleva a velocidades lineales del componente a través del medio de alrededor de 0,25 a 2,5 m/s.

25

30

[0024] El proceso de la invención es particularmente adecuado para el tratamiento de superficie de componentes de automóviles o de camión, de la forma más preferible engranajes de anillo o piñón, por ejemplo, para un eje trasero o transeje de un vehículo o camión. Tales componentes automovilísticos se producen en masa y son muy usados. El uso de un procedimiento de acabado eficaz y rentable puede por lo tanto ser extremadamente beneficioso para aumentar la aceptación en el mercado, llevando a una eficiencia energética aumentada y otras ventajas en los vehículos resultantes.

35

[0025] En una forma de realización particularmente ventajosa de la invención, el componentes comprende al menos dos partes unidas y las partes unidas se acaban juntas. Las partes unidas pueden comprender un anillo hipoide y un engranaje de piñón para un eje trasero o transeje que se han pulido juntos. Al fijar ambos componentes en el receptáculo, ambos componentes se pueden someter al mismo procedimiento de acabado y durante el mismo tiempo.

40

[0026] Según el método de la invención, la sustancia química puede eficazmente formar y reformar un recubrimiento de conversión relativamente suave en la superficie del componente, que es más suave que el material del propio componente. La sustancia química debería también preferiblemente ser autopasivante, en que una vez el recubrimiento de conversión está formado, protege el metal subyacente de otro ataque químico. Por lo tanto se entiende que tal efecto de autopasivación depende de las condiciones de reacción particulares. La sustancia química debería también servir para usar en el entorno de tratamiento de energía alta y las condiciones de funcionamiento de la presente invención de manera que el refinamiento de superficie se produzca sin efectos secundarios perjudiciales. Esto da un grado mas amplio de libertad en la elección de la sustancia química que la previamente disponible. El experto en la materia en el campo de CAVF será bien consciente de tales sustancia químicas que pueden incluir, pero de forma no limitativa, fosfato o mezclas a base de oxalato. Preferiblemente, la sustancia química es a base de ácido, con un pH inferior a 7,0, preferiblemente menor de 6,0. En particular, la sustancia química puede comprender ácido fosfórico o fosfatos, ácido sulfámico, ácido oxálico u oxalatos, ácido sulfúrico o sulfatos, ácido crómico o cromatos, bicarbonato, ácidos grasos o sales de ácidos grasos, o mezclas de estos materiales. La solución también puede contener un activador o acelerador, tal como zinc, selenio, cobre, magnesio, fosfatos de hierro y similares, al igual que oxidantes inorgánicos u orgánicos, tales como peróxidos, metanitrobenzeno, clorato, clorito, persulfatos, perboratos, nitrato y compuestos de nitrito. Los más preferibles son ácido fosfórico, ácido oxálico y sus sales. Estos productos químicos se han probado en técnicas de CAVF convencionales y se ha descubierto que también operan eficazmente bajo condiciones de energía alta. Las concentraciones preferidas de tal sustancia química pueden ser más altas que las concentraciones usadas en flujo convencional a través de técnicas de CAVF. Valores de concentración preferidos de sustancia activa para el radical de oxalato son de aproximadamente 0,125 a 0,65 gramos mol por litro. La sustancia química puede también o alternativamente incluir aproximadamente de 0,05 a 0,15 gramos mol por litro del radical fosfato, al menos aproximadamente 0,004 gramos mol por litro del radical nitrato, y aproximadamente 0,001 a 0,05 gramos mol por litro del grupo de peróxido. El radical oxalato, radical nitrato y grupo peróxido pueden ser provistos, respectivamente, por ácido oxálico, nitrato sódico y bien peróxido de hidrógeno o persulfato de sodio. Como otra consecuencia útil del entorno de energía alta, se pueden utilizar sustancia químicas que formen un recubrimiento de conversión más duro que las usadas de forma convencional en CAVF.

65

[0027] La invención se cree que es aplicable a componentes hechos a partir de muchos metales diferentes y aleaciones pero es especialmente adecuada para superficies de acabado de aleación de acero, acero al carbono, acero para herramientas, acero inoxidable, titanio, cromo de cobalto, carburos de tungsteno, aluminio, latón, zinc y superaleaciones, preferiblemente con cantidades grandes de níquel, cobalto o hierro de níquel. De la forma más preferible, la invención es aplicable a componentes de acero producidos en masa donde el acabado se debe producir de forma eficaz a coste mínimo. Tales componentes se pueden endurecer por ejemplo por inducción, endurecido en caja o a través de endurecido y pueden tener valores de dureza mayores de 38 HRC e incluso mayores de 54 HRC. El experto en la materia entenderá que el material se seleccionará según la naturaleza del componente y también que la elección anterior de sustancia química también dependerá del material de la superficie que se va a acabar.

[0028] El método de la invención puede comprender además la eliminación del componente del receptáculo que contiene la sustancia química de recubrimiento de conversión e inmersión de éste en otro receptáculo que comprende una solución de bruñido o de recubrimiento o por el contrario realizando un proceso de recubrimiento. Tales procesos adicionales se pueden realizar en el mismo receptáculo pero en por intereses de eficiencia procesal generalmente se prefiere retirar el componentes (o componentes) del primer receptáculo de manera que el procesamiento de otros componentes pueda comenzar. Otro procesamiento de los componentes no fijados puede ocurrir entonces fuera de línea si es necesario Para una disposición de acabado de arrastre basada en torreta, es ventajoso para la torreta con componentes fijos elevarse, por lo cual otro vaso se puede mover en la posición de debajo de la torreta para el otro paso de tratamiento sin la necesidad de desfijar los componentes entre pasos. Alternativamente, la torreta se puede mover de un receptáculo a otro.

[0029] Según un aspecto importante de la invención para ciertas sustancia químicas, al final del ciclo de acabado, el proceso puede comprender además dejar el componente en la sustancia química de recubrimiento de conversión durante un tiempo de permanencia, con sustancialmente ningún movimiento relativo para desarrollar un recubrimiento de conversión sustancial en la superficie. Tales recubrimientos de conversión pueden ser altamente beneficiosos para varios usos en relación con el producto final o intermedio. Tales ventajas pueden incluir la prevención de oxidación, retención de un preservativo antioxidante, que actúa como una capa de prepintura, o ayuda en la rotura de la parte una vez puesta en servicio. El experto en la materia será bien consciente de los efectos y ventajas que se pueden conseguir proporcionando recubrimientos de conversión de esta naturaleza y será capaz de elegir sustancia químicas apropiadas para ello. Mediante la realización de tal proceso de recubrimiento en un paso único con el proceso de acabado, un proceso de recubrimiento adicional no es necesario, llevando a más rendimientos. Al ajustar el tiempo de permanencia, la temperatura y otros parámetros, el espesor y la naturaleza del recubrimiento se pueden ajustar.

[0030] El medio pueden comprender cerámicas disponibles comercialmente, metales o medio plásticos basados en las aplicaciones de acabado de masa convencionales. Las características clave del medio son que deben ser esencialmente no abrasivos, es decir, que el medio no tengan partículas abrasivas discretas y que no puedan desgastar eficazmente material fuera de la superficie de la parte que se está acabando cuando opere en el entorno de tratamiento de alta energía de la presente invención. Debería fabricarse también en la forma y tamaño adecuados para la parte que se va a acabar. En una forma de realización preferida, el medio es un medio de cerámica no abrasiva con una densidad de al menos aproximadamente 2,75 gramos por centímetro cúbico (g/cc), una densidad de masa de al menos aproximadamente 1,70 gramos por centímetro cúbico (g/cc) y preferiblemente un valor de dureza de pirámide de diamante media (DPH) de al menos aproximadamente 845. Una forma preferida para el medio es un prisma triangular de tamaño adecuado para entrar en contacto con todas las partes de la superficie que se va a acabar.

[0031] La sustancia química aportada al receptáculo puede llenar éste hasta el nivel definido mientras que el exceso sale a través de las salidas de rebosamiento. La sustancia química se puede circular continuamente y aportar de nuevo al receptáculo. Las salidas pueden estar provistas de filtros apropiados para prevenir la salida del medio y el material en partículas de atrapado.

[0032] Las disposiciones térmicas pueden comprender elementos térmicos dentro o alrededor del receptáculo para mantener el contenido a la temperatura de proceso deseada. Varios métodos de calentamiento pueden estar previstos y los elementos de calentamiento pueden ser eléctricos o elementos de calentamiento a base de fluido, por ejemplo, dentro de las paredes del receptáculo o alrededor de su circunferencia externa. También se puede proporcionar aislamiento.

[0033] Alternativamente, el control de la temperatura se puede conseguir mediante calentamiento/enfriamiento de la sustancia química recirculada en una disposición de depósito de solución exterior donde adiciones sustancia químicas y o filtración también se pueden efectuar.

[0034] El accionamiento de una máquina puede comprender una torreta dispuesta para girar el componente alrededor de una pluralidad de ejes. La torreta puede girar alrededor de un primer eje y portar husos que también giren alrededor de sus propios ejes. El propio componente también se puede montar para girar alrededor de su propio eje y se puede dirigir o dejar rotar libre. Los ejes pueden ser paralelos o inclinados. La torreta también puede alternar dentro y fuera del medio durante la operación. El experto en la materia entenderá que cualquier otra forma de movimiento mono, bi o tridimensional que induzca energía suficiente entre el medio y la superficie también puede ser adecuado.

[0035] Una máquina puede comprender un accesorio de liberación rápida para de forma liberable asir el componente. En este contexto, la liberación rápida se entiende que se refiere a un accesorio que se puede unir y liberar sin una acción de ajuste gradual tal como un roscado. Mecanismos de liberación rápida pueden incluir imanes, electroimanes, ajustes de bayoneta, levas y similares.

[0036] El receptáculo puede tener una superficie interna de acero inoxidable u otro metal adecuado resistente químicamente (por ejemplo, cromo de cobalto). Cuencos convencionales para acabado de arrastre son frecuentemente de caucho o plástico rayado, en particular con uretano. Tales revestimientos sirven para reducir la abrasión del receptáculo, pero no permiten fácilmente el calentamiento y en algunos casos no son adecuado para la operación a altas temperaturas. Un acero inoxidable u otro forro metálico adecuado se ha descubierto además que es adecuado para la operación a elevadas temperaturas.

Breve descripción de los dibujos

[0037] Las características y ventajas de la invención se apreciarán en referencia a los dibujos siguientes, donde:

La figura 1 es una vista esquemática de una máquina de acabado de arrastre no cubierta por la invención;

La figura 2 es una vista en planta de una máquina de acabado de arrastre no cubierta por la invención; y

La figura 3 es un rastro de aspereza superficial del engranaje de anillo del ejemplo 3.

Descripción de formas de realización ilustrativas

[0038] Lo siguiente es una descripción de ciertas formas de realización de la invención tal y como se usan en el acabado de engranajes de anillo y de piñón, dada a modo de ejemplo sólo y con referencia a los dibujos.

[0039] En referencia a la figura 1, se muestra esquemáticamente una máquina de acabado de arrastre 10. La máquina 10 es un Mini Drag Finisher disponible de Rösler Metal Finishing, USA LLC. Sin embargo, el experto en la materia entenderá que muchas otras máquinas con capacidades similares podrían ser adaptadas para la operación según la invención.

[0040] La máquina 10 comprende un receptáculo en forma de bol anular 12. Un husillo 14 porta un componente 16 para ser tratado. El husillo 14 se acciona para girar alrededor de un eje X. En este ejemplo, el eje X está en ángulo con respecto a la vertical a aproximadamente 15°. El husillo 14 se instala en una torreta 22 que gira alrededor de un eje Y. Los ejes X e Y están compensados el uno al otro por una distancia de aproximadamente 50 cm por lo cual el husillo 14 traza un círculo de aproximadamente de 1,0 m de diámetro.

[0041] El bol 12 se llena con medio no abrasivos 18 hasta un nivel definido L. El medio usados durante la prueba fueron unos medio de cerámica no abrasivos con una densidad de aproximadamente 2,75 gramos por centímetro cúbico (g/cc) y un valor de dureza de pirámide de diamante medio (DPH) de aproximadamente 845. El medio tenían una densidad de masa total de aproximadamente 1,70 gramos por centímetro cúbico. La forma del medio se eligió que fuera un prisma triangular de 3 mm de tamaño a lo largo del borde de los triángulos, y 5 mm a lo largo de los otros lados de las caras rectangulares. El tamaño y forma del medio se eligió de manera que se ajustara suficientemente todo a lo largo de la raíz de los dientes del engranaje de anillo y de piñón sin alojamiento.

[0042] Una cantidad de sustancia química 20 se aportó al bol como se especifica adicionalmente en los ejemplos por debajo. La sustancia química usada fue FERROMIL® FML 7800 disponible de REM Chemicals Inc of Brenham, TX, que es una sustancia química acelerada químicamente basada en fosfato químicamente que produce un recubrimiento de conversión adecuado cuando se usa en un entorno de acabado de arrastre en componentes de acero. Sustancia químicas similares que también se pueden usar incluyen Microsurface 5132™, disponibles de Houghton International, Valley Forge, PA, Aquamil® OXP disponible de Hubbard-Hall de Waterbury, CT, el Quick Cut II® CSA 550 (CF), disponible de Hammond Roto-finish de Kalamazoo, MI y Chemtrol® disponible de Precision Finishing Inc de Sellersville, PA.

[0043] Los juegos de engranaje de anillo y de piñón sobre los que se efectuaron las pruebas fueron anillo y piñones de eje ligero para vehículos motorizados. Los tamaños de los engranajes fueron aproximadamente 18 cm y 23 cm engranajes de anillo y su piñón de acoplamiento. Los engranajes fueron fabricados según procesos de fabricación de automoción estándar.

[0044] La operación de la máquina 10 se efectuó según los siguientes ejemplos.

Ejemplo 1

[0045] En un primer ejemplo, el bol 12 se llenó con medio 18 a un nivel de aproximadamente 406 mm de profundidad. El medio no abrasivos comprendieron 3x5 SCT (triángulos de corte recto). Una cantidad de 76 litros de sustancia química

de tipo FERROMIL® FML-7800 diluida a 35 vol % y precalentada se añadió al bol. El medio se agitaron y luego la sustancia química fue drenada, dejando el medio humedecer y a una temperatura de alrededor de 43 °C (toda la temperatura fue medida utilizando una pistola de sensor térmico infrarrojo desde la parte superior del medio). Un engranaje de anillo hipoide de eje trasero de 23 cm de diámetro fue fijado al husillo 14 y bajado en el bol a una profundidad en la que el fondo del engranaje de anillo estaba alrededor de 160 mm del fondo del bol. El engranaje tenía un acabado de superficie inicial de 1,2 -1,7 micras. La torreta 22 fue accionada durante 10 minutos a alrededor de 31 r.p.m. y el husillo rotado a alrededor de 40 r.p.m. Después de 10 minutos el engranaje de anillo fue retirado e inspeccionado. La aspereza superficial después del tratamiento durante 10 minutos se determinó que fue de 0,37 - 0,5 micras. Todas las mediciones de aspereza superficial se dan como Ra medias basadas en mediciones del área de contacto del diente en cinco o seis ubicaciones en ambos lados cóncavo y convexo. Los valores superior e inferior se tomaron para determinar el rango de Ra. Las mediciones se realizaron utilizando un calibre T1000 Hommel con radio de punta de estilite de 2 micras.

Ejemplo 2

[0046] Como un control, un engranaje de anillo de tipo similar al ejemplo 1 fue acabado utilizando el acabado vibratorio convencional en un bol de 300 litros aproximadamente Sweco. El bol fue accionado a una amplitud de 4,5 mm y un ángulo de plomo de 65°. El medio comprendieron 3 x 5 SCT como en el ejemplo 1. La sustancia química usada fue FERROMIL® FML-7800 a un 20 % de volumen concentración (la sustancia química del ejemplo 1 habría sido inutilizable en este ejemplo dado que habría provocado grabado), aportada a un flujo mediante basado a razón de 11 litros por hora a temperatura ambiente. El engranaje de anillo tuvo una aspereza superficial inicial de 1,25 - 1,75 micras. Se requirió 60 minutos de tiempo de procesamiento para conseguir una aspereza superficial de 0,15 - 0,2 micras.

Ejemplo 3

[0047] El procedimiento del ejemplo 1 fue repetido excepto que en vez de drenar el bol, se llenó en cambio con 76 litros de sustancia química a un nivel de alrededor de 200 mm. Al reducir el engranaje de anillo en el bol, el engranaje de anillo fue sustancialmente sumergido en la sustancia química. Después de 10 minutos de tratamiento, la parte tiene una aspereza superficial de 0,12 - 0,2 micras. Un rastro de ejemplo tomado antes y después del tratamiento se muestra como figura 3.

Ejemplo 4

[0048] El procedimiento del ejemplo 3 fue repetido con 114 litros de sustancia química, alcanzando un nivel de aproximadamente 300 mm en el bol. En este caso, el engranaje de anillo fue profundamente sumergido en la sustancia química durante el tratamiento. Después de 10 minutos, el engranaje de anillo fue medido y se encontró que tenía una aspereza superficial de 0,05 - 0,1 micras.

Ejemplo 5

[0049] El procedimiento del ejemplo 3 se repitió con el husillo y el engranaje de anillo sumergido más profundo en el bol a una distancia de aproximadamente 110 mm del fondo del bol. Después de 10 minutos el engranaje de anillo se midió y se encontró que tenía una aspereza superficial de 0,07 - 0,125 micras.

Ejemplo 6

[0050] El procedimiento del ejemplo 3 se repitió a una temperatura de 24 °C. Después de 10 minutos, el engranaje de anillo se midió y se encontró que tenía una aspereza superficial de 0,75 - 0,87 micras.

Ejemplo 7

[0051] El procedimiento del ejemplo 3 se repitió con la temperatura en el medio mantenida a 49 °C. Después de 10 minutos, el engranaje de anillo se midió y se descubrió que tenía una aspereza superficial de 0,12 - 0,2 micras.

Ejemplo 8

[0052] El procedimiento del ejemplo 3 se repitió a una temperatura de 57 °C. Después de 10 minutos, el engranaje de anillo se midió y se descubrió para que tenía una aspereza superficial de 0,02 - 0,07 micras.

Ejemplo 9

[0053] El procedimiento del ejemplo 3 se repitió con una velocidad de torreta reducida de aproximadamente 20 r.p.m. Después de 10 minutos, el engranaje de anillo se midió y se descubrió que tenía una aspereza superficial de 0,12 - 0,2 micras. Se concluyó que la operación a esta velocidad fue suficiente para impartir la energía requerida para acabado rápido.

Ejemplo 10

5 [0054] El procedimiento del ejemplo 3 se repitió con una velocidad de torreta reducida a aproximadamente 6 r.p.m. Después de 10 minutos, el engranaje de anillo fue medido y se descubrió que tenía una aspereza superficial de 0,17 - 0,3 micras. Incluso a velocidades relativamente bajas, la transmisión del engranaje de anillo a través del medio provocó la acción suficiente para acabar adecuadamente la pieza en un plazo corto de tiempo.

Ejemplo 11

10 [0055] El procedimiento del ejemplo 3 se repitió sin rotación de torreta. La rotación de husillo se mantuvo en alrededor de 40 r.p.m. Después de 10 minutos, el engranaje de anillo fue medido y se descubrió que tenía una aspereza superficial de 1,0 - 1,1 micras. A pesar de la velocidad de rotación relativamente alta, la acción del husillo solo fue inefectiva en impartir energía a la superficie para eliminar el recubrimiento de conversión. Aunque no deseamos quedar atados por la teoría, se cree que la rotación relativamente estable del engranaje de anillo hace que "planee" eficazmente sobre el medio sin impactos significativos de las partículas de medio en las superficies de engranaje.

Ejemplo 12

20 [0056] El procedimiento del ejemplo 3 se repitió sin inmersión literal del componente en la sustancia química. En cambio, la sustancia química se suministró a razón de 6,9 litros por minuto sobre la ruta del husillo y los drenajes del bol se abrieron para asegurar que ninguna sustancia química de exceso fuera retenida. Después de 10 minutos, el engranaje de anillo se midió y se descubrió que tenía una aspereza superficial de 0,05 - 0,1 micras. Esto muestra que la sustancia química de exceso que esencialmente sumerge el componente fue tan eficaz como en el ejemplo 3.

25 **Ejemplo 13**

[0057] El procedimiento del ejemplo 11 fue repetido a razón de 0,63 litros por minuto en la ruta del husillo. Después de 10 minutos, el engranaje de anillo se midió y se encontró que tenía una aspereza superficial de 0,50 - 0,76 micras. Este índice de entrega fue más del doble que el usado de forma convencional en procesos de CAVF pero muestra una caída significativa en la velocidad de acabado.

30 [0058] Los resultados de los ejemplos 1 a 13 se representan en la tabla I por debajo. Un rastro de aspereza superficial del engranaje de anillo del ejemplo 3 se muestra en la figura 3. Se puede observar que los efectos combinados de temperatura elevada, movimiento relativo de alta energía y sustancia química de exceso llevan a una superficie acabada y adecuadamente planarizada en una cantidad de tiempo que fue significativamente inferior a la del proceso de CAVF convencional del ejemplo 2.

35 [0059] Así, la invención se ha descrito por referencia a ciertas formas de realización mencionadas anteriormente. Se reconocerá que estas formas de realización son susceptibles de modificaciones varias y formas alternativas bien conocidas por las personas de habilidad en la técnica. En particular, el experto en la materia entenderá que los ejemplos anteriores se pueden igualmente aplicar de forma similar a estrías, cigüeñales, ejes de levas, cojinetes, engranajes, acoplamientos, muñones e implantes médicos.

REIVINDICACIONES

1. Método para acabar una superficie de un componente de acero (16), que comprende:
- 5 - proporcionar un receptáculo (12) que contiene una cantidad de medio no abrasivo (18) suficiente para sumergir sustancialmente una parte del componente sobre el que la superficie está situada;
 - 10 - proporcionar una cantidad de una composición química de acabado (20) capaz de formar un recubrimiento de conversión relativamente blando sobre la superficie que es más blando que el material del componente en sí;
 - 15 - sumergir el componente al menos parcialmente en el medio;
 - inundar el receptáculo con un exceso de sustancia química de manera que la superficie esté esencialmente sumergida en la sustancia química; e
 - inducir un movimiento relativo de alta energía entre la superficie y dicho medio para eliminar continuamente el recubrimiento de conversión,
- donde el proceso se realiza a una temperatura superior a 40 °C.
- 20 2. Método según la reivindicación 1, donde al menos la mitad de la superficie se sumerge en la sustancia química de acabado.
- 25 3. Método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde el proceso se continúa hasta que una aspereza superficial Ra de la superficie sea inferior a 0,5 micras, preferiblemente inferior a 0,35 micras.
- 30 4. Método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde el proceso se realiza a una temperatura mayor de 50 °C, preferiblemente mayor de 70 °C.
- 35 5. Método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende además aportar continuamente sustancia química de acabado al receptáculo a razón de al menos 0,1 litros por hora por litro de medio, preferiblemente más de 0,5 litros por hora por litro de medio.
6. Método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde el nivel definido de la sustancia química de acabado está determinado por las salidas de rebosamiento del receptáculo.
7. Método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde el nivel definido de la sustancia química de acabado es ajustable.
- 40 8. Método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde el movimiento relativo tiene lugar forzando el componente a través del medio.
- 45 9. Método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde el movimiento relativo tiene lugar a al menos 0,3 m/s, preferiblemente a al menos 0,8 m/s y de forma más preferible por encima de 1,5 m/s.
10. Método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde el componente se soporta por un accesorio (14) y el accesorio es accionado para girar el componente alrededor de un eje de rotación.
- 50 11. Método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde el componente es un engranaje de anillo o de piñón para un eje trasero o transeje de un vehículo o camión.
12. Método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde el componente comprende al menos dos partes unidas y las partes unidas se acaban juntas.
- 55 13. Método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde la sustancia química es a base de ácido, preferiblemente incluyendo radicales fosfóricos u oxálicos.
14. Método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende además la retirada del componente del receptáculo y la inmersión de éste en otro receptáculo que contiene una solución de bruñido o de recubrimiento.
- 60 15. Método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde el proceso comprende además dejar el componente en la sustancia química con sustancialmente ningún movimiento relativo para desarrollar un recubrimiento de conversión en la superficie.

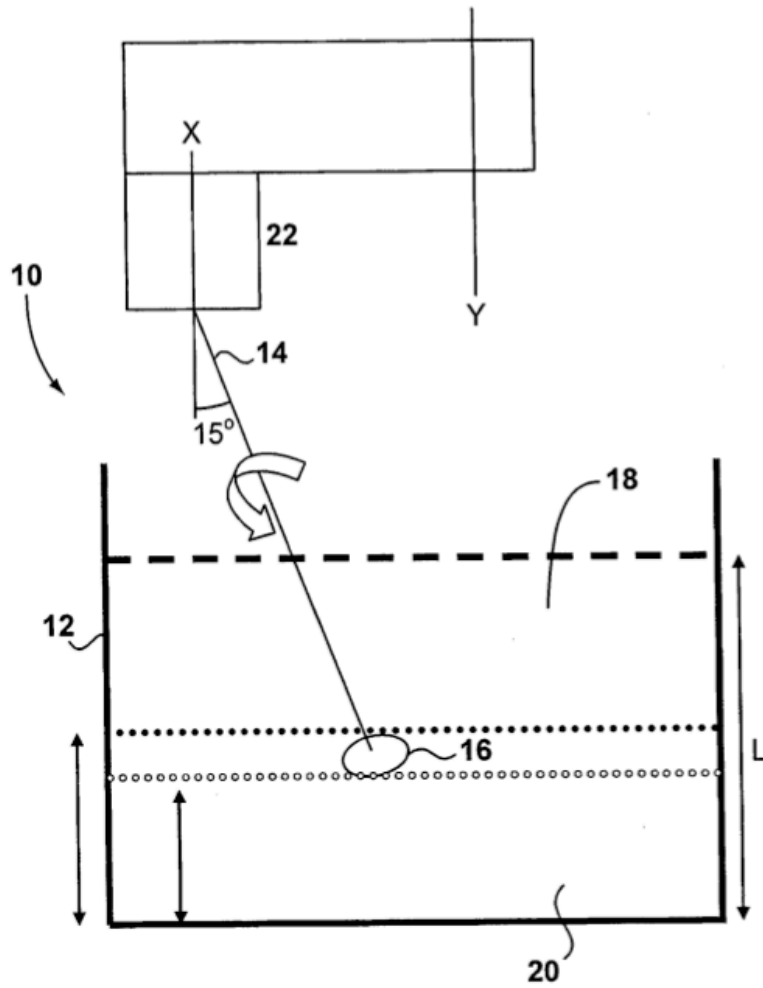


Figura 1

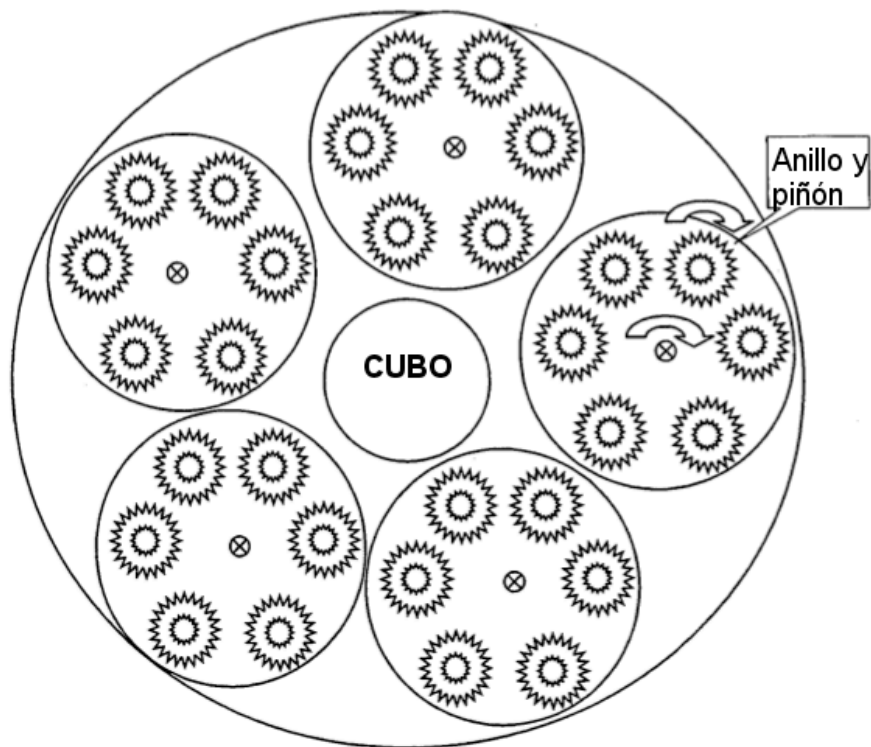


Figura 2

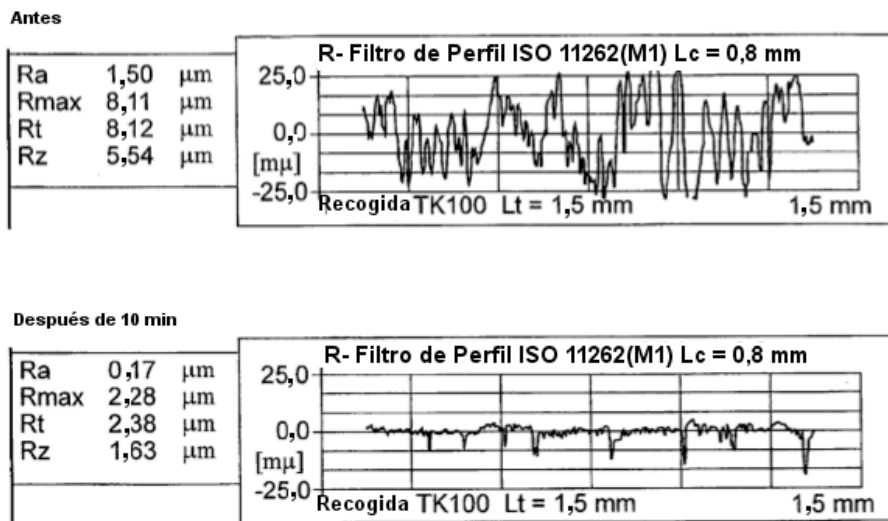


Figura 3

Ex.	Sustancia química	Cantidad de sustancia química	Velocidad de torreta	Profundidad de huso	Temp. (C)	Tiempo de proceso (min)	Inicio engranaje Ra (um)	Final Ra (um)	Comentarios
	Linea de base								
1	FML 7800-35 %	76 L - Drenado	55 %	600	43	10	Anillo: 1,2-1,7	0,37-0,5	El medio estaba húmedo, recubrimiento muy ligero en engranaje de anillo. Vaso lleno con 20 galones, agitado y drenado
2	FML 7800-20 %	11 L/hora	0 %	-	43	60	Anillo: 1,2-1,75	0,15-0,2	Anillo y piñón fijos y flotados en bol CAVF Sweeco 10 pies
3	FML 7800-35 %	76 L	55 %	600	43	10	Anillo: 1,2-1,7	0,12-0,2	Linea de base
	Efecto de anegado								
4	FML 7800-35 %	114 L	55 %	600	43	10	Anillo: 1,2-1,7	0,05-0,1	Recubrimiento muy pesado. Planarizado. Más rápido que 76 L
5	FML 7800-20 %	76 L	55 %	650	43	10	Anillo: 1,2-1,7	0,07-0,125	50 mm más profundo que línea de base
12	FML 7800-35 %	6,9 L/minuto	55 %	600	48	10	Anillo: 1,2-1,5	0,05-0,1	Sustancia química aportada sobre partes en ruta orbital. Sin acumulación en fondo del bol
13	FML 7800-35 %	0,63 L/minuto	55 %	600	43	10	Anillo: 1,2-1,5	0,50-0,76	Sustancia química aportada sobre partes en ruta orbital. Sin acumulación en fondo del bol
	Efecto de temperatura								
6	FML 7800-35 %	76 L	55 %	600	24	10	Anillo: 1,2-1,7	0,75-0,87	Refinamiento muy lento
7	FML 7800-35 %	76 L	55 %	600	49	10	Anillo: 1,2-1,7	0,12-0,2	Linea de base
8	FML 7800-35 %	76 L	55 %	600	57	10	Anillo: 1,2-1,7	0,02-0,07	Superficie suave espejo
	Efecto de velocidad de torreta								
9	FML 7800-35 %	76 L	35 %	600	43	10	Anillo: 1,2-1,7	0,12-0,2	Medio más fluido
10	FML 7800-35 %	76 L	10 %	600	43	10	Anillo: 1,2-1,7	0,17-0,3	Sin estela. 10 % es la configuración mínima.
11	FML 7800-35 %	76 L	0 %	600	43	10	Anillo: 1,1-1,4	1,0-1,1	Huso sólo rotación a 40 rpm, 1cm debajo de superficie de medio

Tabla 1