(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 984 734**

(51) Int. Cl.:

G01H 1/00 (2006.01)
B23K 7/10 (2006.01)
B23K 10/00 (2006.01)
B23K 9/013 (2006.01)
B23K 26/38 (2014.01)
B23K 26/14 (2014.01)
B23K 26/70 (2014.01)
B23K 31/10 (2006.01)
H05H 1/34 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.04.2016 PCT/AT2016/050105**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **27.10.2016 WO16168877**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.04.2016 E 16728586 (5)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.05.2024 EP 3285952**

(54) Título: **Método y dispositivo para monitorear boquillas**

(30) Prioridad:

23.04.2015 AT 503272015

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
30.10.2024

(73) Titular/es:

FRAMAG INDUSTRIEANLAGENBAU GMBH (100.0%)
Neukirchnerstrasse 9
4873 Frankenburg, AT

(72) Inventor/es:

SCHRATZBERGER, JOSEF y
KRIEGISCH, MARTIN

(74) Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

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

Método y dispositivo para monitorear boquillas

La presente invención se refiere a un método para regular el estado operativo de la boquilla de salida para cortar o el gas de trabajo de ayuda al corte de un soplete de corte de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1, y a un dispositivo para regular el estado operativo de la boquilla de salida para cortar o el gas de trabajo de ayuda al corte de un soplete de corte de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 3.

Se describió un método genérico en el documento WO 90/04484 A1. Otros métodos relacionados con los dispositivos de boquilla se describieron en los documentos EP 1 145 796 A1, DE 10 2007 061718 B3, WO 2011/096681 A2 y WO 01/33167 A1. En la tecnología de corte por llama, se utilizan máquinas de corte por llama en las que se inserta una boquilla de salida para cortar o el gas de trabajo de ayuda al corte en un cuerpo de soplete de un soplete de corte. El diseño de la boquilla de salida puede variar dependiendo del soplete de corte utilizado, por ejemplo, puede comprender una boquilla de corte para el suministro de un gas de trabajo de corte (también conocido como gas de corte) y una boquilla de calentamiento para el suministro de un gas de trabajo de ayuda al corte (también conocido como gas de calentamiento), en donde el gas de corte se suministra a la pieza de trabajo a través de una línea de gas de corte axial de la boquilla de corte y el gas de calentamiento se suministra a la pieza de trabajo a través de una línea de gas de calentamiento en forma de espacio anular o en forma de líneas de gas de calentamiento dispuestas concéntricamente alrededor de la línea de gas de corte. El gas de corte puede ser oxígeno de corte, por ejemplo, y el gas de calentamiento puede ser una mezcla de gas combustible/oxígeno proporcionada por una cámara de gas de calentamiento. El calor emitido por el gas de calentamiento y el calor generado durante la combustión de la pieza de trabajo permite la combustión continua por el gas de corte y, en consecuencia, el corte de la pieza de trabajo. En un soplete de corte diseñado como un soplete láser, la energía térmica para cortar la pieza de trabajo se proporciona en forma de un rayo láser, en el que la boquilla de salida está dispuesta concéntricamente al rayo láser y suministra un gas de trabajo de ayuda al corte a la pieza de trabajo, que expulsa el material eliminado del tajo y, por lo tanto, soporta el proceso de corte. En un soplete de corte diseñado como un soplete de corte por plasma, la boquilla de salida comprende una boquilla de corte para suministrar un gas de plasma como gas de trabajo de corte. El estado operativo de la boquilla de salida para cortar o del gas de trabajo de ayuda al corte de un soplete de corte incluye la tasa de alimentación relativa a la pieza de trabajo y la distancia de la boquilla de salida a la pieza de trabajo, pero también estados operativos tales como la tasas de flujo y presión de operación del gas de trabajo. El estado operativo de la boquilla de salida se selecciona estableciendo parámetros de funcionamiento controlables, como la tasa de alimentación, la distancia a la pieza de trabajo o la presión de operación y la tasa de flujo del gas de trabajo, en particular para que el resultado del corte sea óptimo. En la práctica, sin embargo, también hay variables de influencia que no se pueden o difícilmente se pueden controlar, como interrupciones en el chorro de corte, desgaste o contaminación de la boquilla de salida, así como cambios en la pieza de trabajo en términos de espesor, composición o temperatura. Estas variables de influencia, que generalmente son difíciles de controlar, perjudican el resultado del corte e incluso pueden provocar el fallo del soplete de corte y tiempos de inactividad más largos, por ejemplo, para reemplazar la boquilla de salida. Por lo tanto, sería deseable poder evaluar el estado operativo actual de la boquilla de salida en tiempo real con respecto a un resultado de corte óptimo y poder corregirlo si es necesario.

Por lo tanto, el objetivo de la invención es evaluar el estado operativo de la boquilla de salida con respecto a un resultado de corte óptimo, teniendo en cuenta las variables de influencia que son difíciles de controlar y que es complicado medir, tales como los cambios en la pieza de trabajo o el desgaste de la boquilla de salida, y posteriormente poder optimizar el resultado de corte de un soplete de corte mostrando o regulando el estado operativo evaluado.

Estos objetivos se logran mediante las características de la reivindicación 1 y mediante las características de la reivindicación 3.

De acuerdo con la invención, se utiliza así una señal de vibración dependiente del tiempo para incluir variables de influencia difíciles de controlar y que es complicado medir en la práctica operativa de un soplete de corte, que se obtiene a partir de aquellas vibraciones que se producen debido al funcionamiento de la boquilla de salida como resultado del sonido estructural y/o aéreo y que se somete a una evaluación adicional como una "huella dactilar acústica", por así decirlo. De acuerdo con la invención, se determina un espectro de frecuencia para al menos un intervalo de frecuencia a partir de la señal de vibración dependiente del tiempo utilizando técnicas de transformada de Fourier conocidas. Como se explicará con más detalle, se puede definir un ancho de señal en el espectro de frecuencia para la totalidad de los máximos y mínimos. Para poder utilizar este ancho de señal en el espectro de frecuencias para una evaluación o regulación del estado operativo de la boquilla de salida, las amplitudes en el dominio de la frecuencia deben, por un lado, ser derivables con suficiente precisión a partir de la señal de vibración y, por otro lado, también correlacionarse con un cierto estado operativo de la boquilla de salida con suficiente precisión. Por lo tanto, se debe utilizar una longitud suficiente de la señal de vibración utilizada para la transformada de Fourier y una velocidad de muestreo suficiente en el curso de la transformada de Fourier, ya que la longitud y la velocidad de muestreo definen la resolución de frecuencia del espectro de frecuencia resultante después de la transformada de Fourier. Cuanto más deficiente sea la resolución de frecuencia, más propensas a errores son las

amplitudes en el espectro de frecuencia y menos fiable es la asignación a diferentes estados operativos. Sin embargo, el solicitante ha establecido que con una elección factible de las longitudes de señal de la señal de vibración transformada y las frecuencias de muestreo, es posible mapear las amplitudes del espectro de frecuencia con suficiente precisión para usarlas no solo para la detección confiable de diferentes estados operativos, sino también para una regulación eficiente, ya que las longitudes de señal requeridas están muy por debajo de un segundo y, por lo tanto, se pueden obtener varias señales de regulación por segundo.

El solicitante también ha establecido que la correlación de los anchos de señal en el espectro de frecuencia con ciertos estados operativos de la boquilla de salida es lo suficientemente precisa como para poder identificar al menos tres estados operativos diferentes con un alto grado de fiabilidad. Aunque las pruebas realizadas hasta la fecha sugieren que también se pueden identificar de forma fiable más de tres estados operativos, la detección fiable de tres estados operativos ya permite aplicaciones extremadamente prácticas. Por ejemplo, se puede definir un estado operativo no crítico, un estado operativo subcrítico y un estado operativo crítico de la boquilla de salida, por ejemplo, con respecto al desgaste o un bloqueo de la boquilla de salida. De esta manera, la detección de un estado operativo subcrítico se puede utilizar para indicar preventivamente un fallo inminente de la boquilla de salida o una calidad de corte inaceptable. Preferentemente, por lo tanto, también se propone que los al menos tres intervalos de estado operativo predeterminados de la boquilla de salida sean un intervalo de estado operativo no crítico, crítico y al menos subcrítico de la boquilla de salida, y cuando uno de los al menos tres intervalos de estado operativo se identifica como el intervalo de estado operativo real, el intervalo de estado operativo relevante se muestra visualmente para que pueda distinguirse de los otros intervalos de estado operativo. La pantalla visual puede tomar la forma de una luz indicadora verde si se ha identificado un estado operativo no crítico como el intervalo de estado operativo real, una luz indicadora amarilla si se ha identificado un estado operativo subcrítico como el intervalo de estado operativo real y una luz indicadora roja si se ha identificado un estado operativo crítico como el intervalo de estado operativo real de la boquilla de salida.

Además, la identificación de diferentes estados operativos de la boquilla de salida también se puede utilizar para permitir una regulación simple de la boquilla de salida. Para este fin, se propone que los al menos tres intervalos de estado operativo predefinidos de la boquilla de salida sean un intervalo de estado operativo objetivo y al menos dos intervalos de desviación de la boquilla de salida, y cuando uno de los al menos dos intervalos de desviación se identifica como el intervalo de estado operativo real de la boquilla de salida, se genera una señal de regulación que transfiere el intervalo de estado operativo real de la boquilla de salida al intervalo de estado operativo objetivo. El intervalo de estado operativo objetivo puede ser, por ejemplo, un intervalo de velocidad de corte que se correlaciona con una cierta calidad de corte y se representa como una "huella dactilar acústica", por así decirlo, en la señal de vibración. La señal de vibración representa un indicador integral para esto, en el que se manifiestan variables de influencia incluso difíciles de controlar y apenas medibles, tales como los cambios de la pieza de trabajo a lo largo de la línea de corte. Si, por ejemplo, una velocidad de corte preestablecida resulta ser demasiado alta debido a cambios inicialmente desconocidos en la pieza de trabajo, esto se indica mediante un cambio en la señal de vibración, que puede identificarse en el espectro de frecuencia como un cambio en el ancho de la señal. Si el ancho de señal determinado cae dentro de un intervalo de estado operativo especificado como un intervalo de desviación, se identifica un intervalo de desviación como el intervalo de estado operativo real y se genera una señal de regulación correspondiente, que transfiere el intervalo de estado operativo real de la boquilla de salida de regreso al intervalo de estado operativo objetivo. El reajuste correspondiente de los parámetros de funcionamiento controlables, tales como la tasa de alimentación, la distancia a la pieza de trabajo o la presión de operación y la tasa de flujo del gas de trabajo, se puede llevar a cabo dentro del alcance de la habilidad profesional.

Ha demostrado ser particularmente eficaz determinar el espectro de frecuencia para una pluralidad de intervalos de frecuencia, para cada uno de los cuales se determinan anchos de señal separados. Esto da como resultado una distribución de ancho de señal discreta en todo el intervalo de frecuencia, en el que se puede asignar una distribución de ancho de señal específica a un estado operativo predefinido. Al igual que en el caso de un ancho de señal único, la calibración se lleva a cabo utilizando mediciones de referencia de la señal de vibración. Por ejemplo, la señal de vibración de una nueva boquilla de salida que no muestra ni desgaste ni contaminación se puede usar para definir un estado operativo no crítico, y las boquillas de salida con signos conocidos y tolerables de desgaste o contaminación se pueden usar para definir un estado operativo subcrítico, y las boquillas de salida con signos conocidos e intolerables de desgaste o contaminación se pueden usar para definir un estado operativo crítico. Además, las mediciones de referencia de la señal de vibración para velocidades de corte óptimas también se pueden utilizar para definir un intervalo de condiciones de funcionamiento objetivo e intervalos de desviación. Puede ser ventajoso llevar a cabo las mediciones de referencia en el sitio, ya que las condiciones de funcionamiento pueden variar en la aplicación específica y, por lo tanto, la calibración del método de acuerdo con la invención y el dispositivo de acuerdo con la invención se puede llevar a cabo sobre una base específica de aplicación.

Con el fin de llevar a cabo el método de acuerdo con la invención, también se propone un dispositivo para regular el estado operativo de la boquilla de salida para cortar o el gas de trabajo de ayuda al corte de un soplete de corte de acuerdo con la reivindicación 3.

Como ya se explicó, la unidad de regulación puede diseñarse preferentemente como una pantalla o unidad de

regulación con al menos un iluminante que muestre visualmente el intervalo de estado operativo real identificado de una manera que lo distinga de los otros intervalos de estado operativo. En particular, la unidad de visualización o regulación puede comprender tres iluminantes, en donde dos iluminantes se asignan a un estado operativo no crítico y crítico, y un iluminante adicional se asigna a un estado operativo subcrítico.

La invención se explicará con más detalle a continuación con referencia a realizaciones ejemplares con la ayuda de los dibujos adjuntos. Los planos muestran lo siguiente:

La Fig. 1 muestra una representación esquemática de un cuerpo de soplete con boquilla de salida y un dispositivo de acuerdo con la invención,

la Fig. 2 muestra el cuerpo del soplete con la boquilla de salida de la Fig. 1 vista desde abajo,

la Fig. 3 muestra una representación esquemática de una señal de vibración dependiente del tiempo,

la Fig. 4a muestra un primer espectro de frecuencia obtenido a partir de la señal de vibración en la Fig. 3,

la Fig. 4b muestra un segundo espectro de frecuencia obtenido a partir de la señal de vibración de la Fig. 3 y

la Fig. 4c muestra un tercer espectro de frecuencia obtenido a partir de la señal de vibración de la Fig. 3.

Se hace referencia primero a la Fig. 1, que muestra una representación esquemática de un cuerpo de soplete 1 de un soplete de corte con un eje central A y una boquilla de salida 2 dispuesta axialmente. Como también se puede ver en particular en la Fig. 2, la boquilla de salida 2 comprende una línea de gas de corte 3 que se extiende axialmente y está dispuesta centralmente, a través de la cual se suministra un gas de corte S a la pieza de trabajo 4 como gas de trabajo de corte. La boquilla de salida 2 también comprende varias líneas de gas de calentamiento 5 dispuestas concéntricamente alrededor de la línea de gas de corte 3, a través de las cuales se suministra un gas de calentamiento H a la pieza de trabajo 4 como un gas de trabajo de ayuda al corte. El calor emitido por el gas de calentamiento H y el calor generado durante la combustión de la pieza de trabajo 4 permite la combustión continua por el gas de corte S y, en consecuencia, el corte de la pieza de trabajo 4, tal como una plancha.

El ruido generado al mecanizar la pieza de trabajo 4 con un soplete de corte suele ser muy alto. Parte del ruido ambiente se retroalimenta a la boquilla de salida y al cuerpo del soplete 1. Las vibraciones resultantes del cuerpo del soplete 1 también se denominan a continuación ruido estructural. De acuerdo con la invención, el campo acústico dentro y fuera del cuerpo del soplete 1 se utiliza para hacer declaraciones sobre el estado operativo y posteriormente para optimizar el estado operativo. Para este propósito, se dispone un sensor de vibración 6 en las proximidades del cuerpo del soplete 1, preferentemente directamente en el propio cuerpo del soplete 1. El sensor de vibración 6 mide las vibraciones que se producen debido al funcionamiento de la boquilla de salida como resultado del ruido estructural y/o aéreo como una señal de vibración V dependiente del tiempo, como se muestra en la Fig. 3.

La señal de vibración V se proporciona a una unidad de evaluación 7, que asigna uno de al menos tres intervalos de estado operativo predefinidos a la señal de vibración medida V para identificar un intervalo de estado operativo real de la boquilla de salida 2. Para este propósito, la señal de vibración dependiente del tiempo V se somete a una transformada de Fourier para obtener un espectro de frecuencia F de la señal de vibración V, por ejemplo, utilizando la transformada discreta de Fourier (DFT), que se realiza utilizando una llamada transformada rápida de Fourier (FFT). Para la transformada de Fourier, la señal de vibración dependiente del tiempo V debe muestrearse a una velocidad de muestreo suficientemente alta durante un período de tiempo suficientemente largo. Si una DFT ordinaria recibe una serie de N puntos de datos de una señal de vibración muestreada V para su evaluación, también devuelve N puntos de datos, las "amplitudes" del espectro de frecuencia F. Para mostrar amplitud sobre frecuencia, también se requieren N valores de frecuencia en consecuencia. La frecuencia máxima detectable con la DFT es la mitad de la frecuencia de muestreo. Las amplitudes de las oscilaciones que contribuyen a la señal de vibración V se pueden leer en el espectro de frecuencia F en forma de picos de señal. La totalidad de los picos de señal que se producen como mínimos y máximos puede limitarse por dos envolventes E_1, E_2 que se extienden paralelas al eje de frecuencia, en donde la distancia entre las dos envolventes E_1, E_2 en el espacio de frecuencia define un ancho de señal S del espectro de frecuencia F, como se explicará a continuación con referencia a la Fig. 4. Para determinar el ancho de señal S, el espectro de frecuencia también se puede dividir en intervalos de frecuencia f_i, f_{i+1}, i=1 ... M), para cada uno de los cuales se determina un ancho de señal S_i. El número resultante de M anchos de señal S_i forma una distribución de ancho de señal.

Para poder utilizar estos anchos de señal S_i o la distribución de ancho de señal para una evaluación del estado operativo, se debe tener cuidado de utilizar una longitud suficiente de la señal de vibración V utilizada para la transformada de Fourier, así como una velocidad de muestreo suficiente y mantener ambos parámetros constantes en el curso de la aplicación práctica, ya que la longitud y la velocidad de muestreo definen la resolución de frecuencia del espectro de frecuencia resultante F después de la transformada de Fourier. Cuanto más deficiente sea la resolución de frecuencia, más propensas a errores son las amplitudes en el espectro de frecuencia F y

menos fiable es la asignación a diferentes estados operativos. Sin embargo, el solicitante ha establecido que al seleccionar longitudes de señal practicables de la señal de vibración transformada V de menos de un segundo y frecuencias de muestreo practicables, es posible mapear las amplitudes del espectro de frecuencia F con suficiente precisión para poder usarlas para la detección confiable de al menos tres estados operativos. Esto ha demostrado que también se puede excluir otra posible fuente de error. La altura de los picos de señal de un espectro de frecuencia F también está influenciada por la elección del intervalo de tiempo en el que se adquieren los datos para la transformada de Fourier. Si se registra un número no entero de períodos de vibración debido a una elección poco hábil de este intervalo de tiempo, esto amplía los picos de señal en el espectro de frecuencia F y reduce su altura. Sin embargo, el solicitante ha determinado que este efecto es insignificante para la presente solicitud de análisis del campo acústico de un soplete de corte para evaluar las condiciones de funcionamiento de la boquilla de salida 2.

Para poder utilizar los anchos de señal S_i en el espectro de frecuencia F para una evaluación del estado operativo de la boquilla de salida 2, también se debe tener cuidado de utilizar siempre la misma normalización matemática para la transformada de Fourier en el curso de la transformada de Fourier, aunque esto depende del algoritmo matemático utilizado. Por lo tanto, si siempre se utiliza el mismo algoritmo, que será el caso en la práctica debido a la configuración de la unidad de evaluación 7 por parte del fabricante, posteriormente se pueden asignar de manera confiable diferentes anchos de señal S1 a diferentes intervalos de estado operativo sin más preámbulos.

La precisión del método de acuerdo con la invención es lo suficientemente alta como para poder identificar al menos tres intervalos de estado operativo diferentes con un alto grado de fiabilidad, lo que ya hace posible aplicaciones extremadamente prácticas, como se explica con referencia a las Figs. 4a-c. Las Figs. 4a-c muestran ejemplos de diferentes espectros de frecuencia F para un intervalo de frecuencia f_i, f_{i+1}, que podría derivarse de diferentes señales de vibración V. La Fig. 4a muestra un espectro de frecuencia F con picos de señal comparativamente bajos. Los máximos y mínimos de este espectro de frecuencia F se pueden reducir utilizando dos envolventes E_1, E_2 paralelas al eje de frecuencia, en donde la distancia de una primera envolvente E_1 al eje de frecuencia se define por el máximo más alto de los picos de señal, y la distancia de una segunda envolvente E_2 al eje de frecuencia se define por el mínimo más pequeño. La distancia normal entre las dos envolventes E_1, E_2 define el ancho de señal S_i en el intervalo de frecuencia relevante f_i, f_{i+1}.

El ancho de señal S_i determinado de esta manera se compara con tres intervalos de estado operativo predefinidos obtenidos a partir de mediciones de referencia. Se define un primer intervalo de estado operativo para los anchos de señal S_i que están por debajo de un primer valor umbral S_1 y posteriormente se denomina intervalo de estado operativo no crítico. Si el ancho de señal determinado S_i está por debajo de este primer valor umbral S_1, este primer intervalo de estado operativo no crítico se identifica como el intervalo de estado operativo real actual (ver Fig. 4a).

Se define un segundo intervalo de estado operativo para los anchos de señal S_i que están por encima del primer valor umbral S_1 pero por debajo de un segundo valor umbral S_2, y posteriormente se denomina intervalo de estado operativo subcrítico. Si el ancho de señal determinado S_i está por encima del primer valor umbral S_1 pero por debajo del segundo valor umbral S_2, este segundo intervalo de estado operativo subcrítico se identifica como el intervalo de estado operativo real actual (ver Fig. 4b).

Se define un tercer intervalo de estado operativo para los anchos de señal S_i que están por debajo del segundo valor umbral S_2 y posteriormente se denomina intervalo de estado operativo no crítico. Si el ancho de señal determinado S_i está por arriba del segundo valor umbral S_2, este tercer intervalo de estado operativo crítico se identifica como el intervalo de estado operativo real actual (ver Fig. 4c).

Si se analizan varios intervalos de frecuencia f_i, f_{i+1} y, por lo tanto, varios anchos de señal S_i están disponibles en forma de una distribución de ancho de señal, los anchos de señal S_i se pueden promediar o ciertas distribuciones de ancho de señal se pueden asignar a ciertos intervalos de estado operativo. Por ejemplo, una secuencia de anchos de señal crecientes S_i con frecuencia creciente para una y la misma señal de vibración V puede ser característica de un determinado evento, tal como un bloqueo de la línea de gas de corte 3. Un máximo de una distribución de ancho de señal para un determinado intervalo de frecuencia f_i, f_{i+1} podría a su vez ser característico de otro evento, como cuando el gas de corte S sopla hacia el vacío y no golpea una pieza de trabajo 4, por ejemplo, cuando se corta en el borde de la plancha. En el curso de las mediciones de referencia, los eventos cuya detección se desea pueden analizarse en busca de peculiaridades características de los anchos de señal S asociados con ellos o sus distribuciones de ancho de señal y los espectros de frecuencia futuros F pueden examinarse en busca de estas peculiaridades.

Posteriormente, una unidad de visualización o regulación 8 genera una señal de visualización o regulación asignada al respectivo intervalo de estado operativo real. Si los al menos tres intervalos de estado operativo predeterminados de la boquilla de salida 2 son un intervalo de estado operativo no crítico, crítico y al menos subcrítico de la boquilla de salida 2, se puede proporcionar una pantalla visual en forma de una luz indicadora verde 9 cuando se identifica un intervalo de estado operativo no crítico como el intervalo de estado operativo real. Si se ha identificado un estado operativo subcrítico como el intervalo de estado operativo real, se puede generar una señal indicadora en forma de una luz indicadora amarilla 10, por ejemplo, y si se ha identificado un estado

operativo crítico como el intervalo de estado operativo real, en forma de una luz indicadora roja 11. Si el intervalo de estado operativo crítico se ha definido en términos de desgaste o bloqueo de la boquilla de salida 2, la detección de un intervalo de estado operativo subcrítico se puede utilizar para indicar preventivamente un fallo inminente de la boquilla de salida 2 o una calidad de corte inaceptable.

Además, de acuerdo con la invención, la identificación de diferentes intervalos de estado operativo de la boquilla de salida 2 también permite una regulación simple de la boquilla de salida 2. Para este propósito, un intervalo de estado operativo se define como el intervalo de estado operativo objetivo y otros dos intervalos de estado operativo se definen como intervalos de desviación para tres intervalos de estado operativo predefinidos de la boquilla de salida 2. Con referencia a la Fig. 4, se puede definir un primer intervalo de desviación para los anchos de señal S_i que están por debajo de un primer valor umbral S_1 de acuerdo con la Fig. 4a. Si el ancho de señal determinado S_i está por debajo de este primer valor umbral S_1, este primer intervalo de desviación se identifica como el intervalo de estado operativo real actual y se genera una señal de regulación, que transfiere el intervalo de estado operativo real de la boquilla de salida 2 al intervalo de estado operativo objetivo.

El intervalo de estado operativo objetivo se define como el intervalo de estado operativo en el que el ancho de señal S_i está por encima del primer valor umbral S_1, pero por debajo de un segundo valor umbral S_2 (ver Fig. 4b). Si el ancho de señal determinado S_i está por encima del primer valor umbral $_{S1}$ pero por debajo del segundo valor umbral S_2, este intervalo de estado operativo objetivo se identifica como el intervalo de estado operativo real actual y no se genera ninguna señal de regulación.

Se puede definir un segundo intervalo de desviación para los anchos de señal S_i que están por encima del segundo valor umbral S_2 de acuerdo con la Fig. 4c. Si el ancho de señal determinado S_i está por encima del segundo valor umbral S_2, este segundo intervalo de desviación se identifica como el intervalo de estado operativo real actual y, a su vez, se genera una señal de regulación que transfiere el intervalo de estado operativo real de la boquilla de salida 2 al intervalo de estado operativo objetivo. El intervalo de estado operativo objetivo puede ser, por ejemplo, un intervalo de velocidad de corte que se correlaciona con una determinada calidad de corte, que se representa como una "huella dactilar acústica" en la señal de vibración V y es visible en el espectro de frecuencia F como un ancho de señal característico S_i o distribución característica de ancho de señal. Si, por ejemplo, una velocidad de corte preestablecida resulta ser demasiado alta debido a cambios inicialmente desconocidos en la pieza de trabajo, esto se indica mediante un cambio en la señal de vibración V, que puede identificarse en el espectro de frecuencia F como un cambio en el ancho de la señal S_i. Si el ancho de señal determinado S1 se encuentra dentro de un intervalo de estado operativo especificado como un intervalo de desviación, se genera una señal de regulación correspondiente, que se transmite desde la unidad de visualización o regulación 8 a una unidad de control 12 del soplete de corte con el fin de llevar de regreso el intervalo de estado operativo real de la boquilla de salida 2 al intervalo de estado operativo objetivo. El reajuste correspondiente de los parámetros de funcionamiento controlables, como la tasa de alimentación, la distancia a la pieza de trabajo 4 o la presión de operación y la tasa de flujo del gas de trabajo, se lleva a cabo de acuerdo con la invención.

Con ayuda de la invención, es posible, de esta manera, evaluar el estado operativo de la boquilla de salida 2 con respecto a un resultado de corte óptimo, teniendo en cuenta las variables de influencia que son difíciles de controlar y que es complicado medir, tales como los cambios en la pieza de trabajo o el desgaste de la boquilla de salida 2, y posteriormente poder optimizar el resultado de corte de un soplete de corte al regular el estado operativo evaluado.

REIVINDICACIONES

1. Método para regular el estado operativo de una boquilla de salida (2) para cortar o el gas de trabajo de ayuda al corte de un soplete de corte, el estado operativo comprende la velocidad de alimentación con respecto a la pieza de trabajo y la distancia de la boquilla de salida desde la pieza de trabajo, así como las tasas de flujo y la presión de operación del gas de trabajo, en donde con la ayuda de un sensor de vibración (6) se determinan las vibraciones que se producen debido al funcionamiento de la boquilla de salida (2) causadas por el sonido transmitido por la estructura y/o por el aire ambiental se miden como una señal de vibración dependiente del tiempo (V) y un espectro de frecuencia (F) de la señal de vibración medida (V) para al menos un intervalo de frecuencia (f_i, f_{i+1}, i=1,2 ... M), **caracterizado porque** se determina un ancho de señal (S_i) o, en el caso de una pluralidad de intervalos de frecuencia (f_i, f_{i+1}), se determina una distribución de ancho de señal por medio de dos envolventes (E_1, E_2) de los picos de señal del espectro de frecuencia (F) en el al menos un intervalo de frecuencia (f_i, f_{i+1}), que se asigna a uno de al menos tres intervalos de estado operativo predeterminados de la boquilla de salida (2) con el fin de identificar un intervalo de estado operativo real de la boquilla de salida (2) y posteriormente se genera una señal de regulación asignada al intervalo de estado operativo real, en donde los al menos tres intervalos de estado operativo predeterminados de la boquilla de salida (2) son un intervalo de estado operativo objetivo y al menos dos intervalos de desviación de la boquilla de salida (2) y se genera una señal de regulación tras la identificación de uno de los al menos dos intervalos de desviación como el intervalo de estado operativo real de la boquilla de salida (2), que transfiere el intervalo de estado operativo de la boquilla de salida (2) al intervalo de estado operativo objetivo mediante el reajuste correspondiente de los parámetros de funcionamiento controlables, tal como la velocidad de alimentación en relación con la pieza de trabajo, la distancia de la boquilla de salida desde la pieza de trabajo, así como las tasas de flujo y la presión de operación del gas de trabajo.

2. Método de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** los al menos tres intervalos de estado operativo predeterminados de la boquilla de salida (2) son un intervalo de estado operativo no crítico, uno crítico y al menos uno subcrítico de la boquilla de salida (2), y cuando uno de los al menos tres intervalos de estado operativo se identifica como el intervalo de estado operativo real, el intervalo de estado operativo pertinente se muestra para que pueda distinguirse visualmente de los otros intervalos de estado operativo.

3. Dispositivo para regular el estado operativo de una boquilla de salida (2) para cortar o el gas de trabajo de ayuda al corte de un soplete de corte, el estado operativo comprende la tasa de alimentación con respecto a la pieza de trabajo y la distancia de la boquilla de salida desde la pieza de trabajo, así como las tasas de flujo y la presión de operación del gas de trabajo, que tiene un sensor de vibración (6) para medir las vibraciones que se producen debido al funcionamiento de la boquilla de salida (2) como resultado del sonido del cuerpo y/o del sonido ambiente, **caracterizado porque** comprende una unidad de evaluación (7) que está adaptada para asignar uno de al menos tres intervalos de estado operativo predeterminados a la señal de vibración medida (V) con el fin de identificar un intervalo de estado operativo real de la boquilla de salida (2), en donde los al menos tres intervalos de estado operativo predeterminados de la boquilla de salida (2) son un intervalo de estado operativo objetivo y al menos dos intervalos de desviación de la boquilla de salida (2), y se proporciona una unidad de regulación (8) que está adaptada para generar una señal de regulación asociada con el intervalo de estado operativo real de la boquilla de salida (2) para regular el intervalo de estado operativo real de la boquilla de salida (2), en el que la unidad de regulación (8) está diseñada, cuando uno de los al menos dos intervalos de desviación se identifica como el intervalo de estado operativo real de la boquilla de salida (2), para generar una señal de regulación que transfiere el intervalo de estado operativo real de la boquilla de salida (2) al intervalo de estado operativo objetivo mediante el reajuste correspondiente de los parámetros de funcionamiento controlables, tales como la velocidad de alimentación en relación con la pieza de trabajo, la distancia de la boquilla de salida de la pieza de trabajo y las tasas de flujo y la presión de operación del gas de trabajo.

4. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 3, **caracterizado porque** la unidad de regulación (8) está diseñada como una unidad de visualización o regulación (8) que tiene al menos un iluminante (9, 10, 11) que muestra el intervalo de estado operativo real identificado de una manera visualmente distinguible de los otros intervalos de estado operativo.

5. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 4, **caracterizado porque** la unidad de visualización o regulación (8) comprende tres iluminantes (9, 10, 11), en donde dos iluminantes (9, 11) se asignan a un intervalo de estado operativo no crítico y crítico, y un iluminante adicional (10) se asigna a un intervalo de estado operativo subcrítico.

6. Soplete de corte que tiene un dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 3 a 5.

Fig. 1

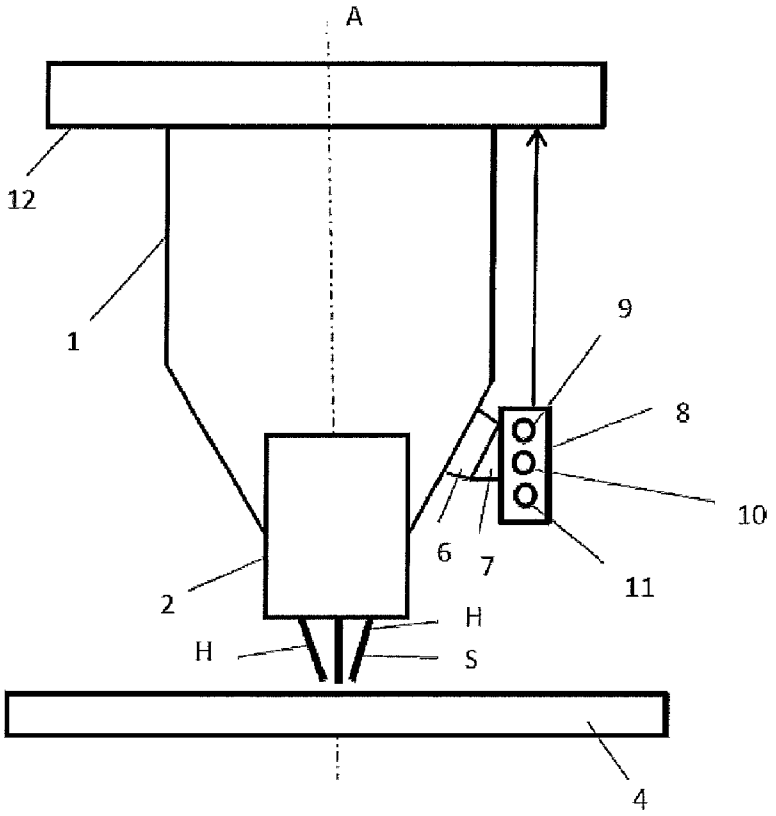


Fig. 2

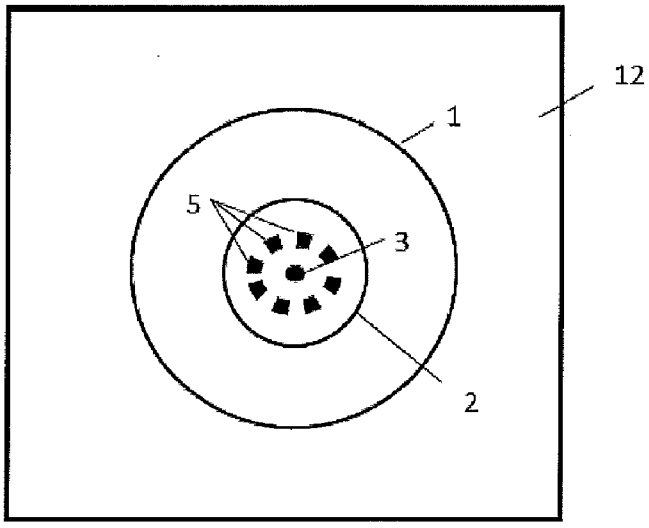


Fig. 3

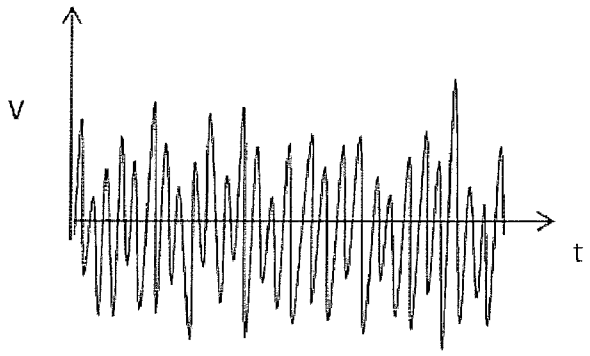


Fig. 4a

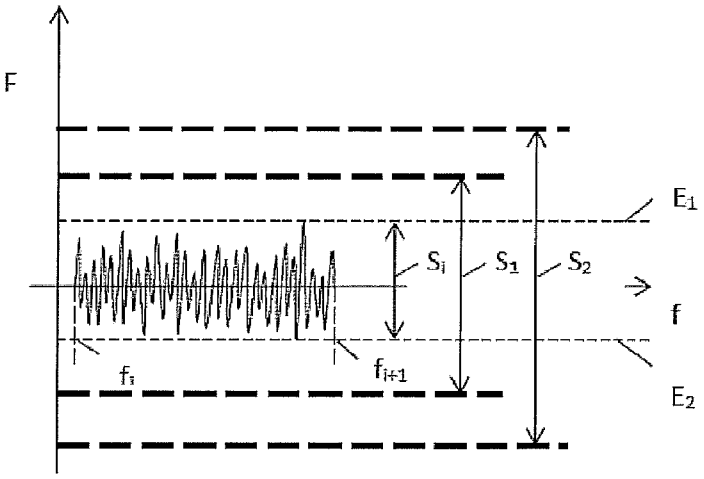


Fig. 4b

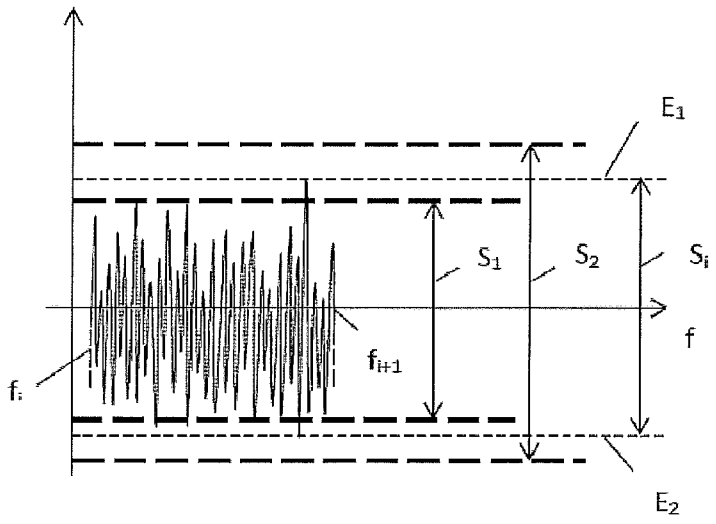


Fig. 4c

