

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 545 390**

51 Int. Cl.:

G05B 19/418 (2006.01)

G05B 13/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.03.2009** **E 09716236 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.07.2015** **EP 2252921**

54 Título: **Procedimiento para ajustar un parámetro, un ajuste mecánico de la máquina y de dispositivos de calentamiento, para el uso de una instalación de conformación en vacío y para la fabricación de productos así como instalación y producto**

30 Prioridad:

07.03.2008 DE 102008013193

24.06.2008 DE 102008029674

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

10.09.2015

73 Titular/es:

KIEFEL GMBH (100.0%)

Sudetenstrasse 3

83395 Freilassing, DE

72 Inventor/es:

HUBER, ANTON y

KAMML, DIETER

74 Agente/Representante:

LAZCANO GAINZA, Jesús

ES 2 545 390 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 para ajustar un parámetro, un ajuste mecánico de la máquina y de dispositivos de calentamiento, para el uso de una instalación de conformación en vacío y para la fabricación de productos así como instalación y producto

La invención se refiere a un procedimiento para ajustar un parámetro, un ajuste mecánico de la máquina, de dispositivos de calentamiento, para el uso de una instalación de conformación en vacío y para la fabricación de productos así como a una instalación de procesamiento de plástico y a un producto de plástico.

Las instalaciones de procesamiento de plástico se conocen en muchas formas. Los productos de plástico, que proceden de tales instalaciones, se encuentran entre otras muchas, en la industria del automóvil, frigorífica, de la ingeniería médica y del envasado. Como instalaciones en sí mismas se conocen por ejemplo las instalaciones de estiramiento de láminas, instalaciones de extrusión de láminas planas, instalaciones de extrusión de láminas tubulares, máquinas de arrollamiento de láminas, instalaciones de conformación en vacío, instalaciones de forrado, instalaciones de termoconformación, instalaciones para la fabricación de bolsas para medicamentos, máquinas de conformación con aire comprimido, máquinas para soldadura automática, instalaciones de mesas correderas e instalaciones de mesas giratorias.

Para la preparación y puesta en marcha de una instalación de procesamiento de plástico a menudo tienen que ajustarse varios cientos de parámetros. Una instalación a modo de ejemplo, conocida para el solicitante, requiere entre 400 y 440 parámetros.

Sin embargo, en la práctica a menudo los operarios no están bien formados. Así cada vez ocurre con mayor frecuencia que en lugar de emplear a técnicos especializados en la fabricación de productos de plástico se emplea a montadores que pueden realizar cualquier trabajo para la puesta en marcha y el funcionamiento de las máquinas.

La puesta en marcha de una instalación de este tipo dura generalmente de uno a dos días de trabajo completos.

El objetivo del ajuste de parámetros es generar productos, que cumplan con los requisitos de calidad. Al mismo tiempo es un objetivo habitual del ajuste de parámetros un rendimiento lo más alto posible.

Para la optimización de los tiempos de ciclo, el documento DE 10 2006 006 176 B4 propone un procedimiento, en el que en primer lugar se detectan todas las geometrías de la instalación y de las piezas de trabajo. A continuación se calcula toda la secuencia de mecanizado, en particular las distancias de desplazamiento, de modo que se obtiene un tiempo de ciclo idealmente corto.

Por el documento DE 101 52 891 B4 y por el documento DE 102 09 650 C1 se conocen otros procedimientos.

Finalmente se conoce un procedimiento manual habitual en el que el operario mediante el producto resultante y con su experiencia intenta ajustar parámetros individuales de tal manera que se obtiene una buena calidad con un buen rendimiento. El documento US 4146601 describe una instalación de moldeo por inyección, en la que se integra la fuerza durante el trayecto en la operación de inyección. Esta medida se utilizará como índice novedoso. Mediante esta medida se realizan diferentes iteraciones, para mantener las calidades de producto en una medida predeterminada.

La invención se basa en el objetivo de proporcionar procedimientos e instalaciones mejorados.

Según un primer aspecto de la invención este objetivo se alcanza mediante un procedimiento para ajustar un parámetro en una instalación de procesamiento de plástico, determinándose un ajuste de producción del parámetro a través de un valor de medición determinado en y/o por la instalación de manera iterativa.

De manera conceptual se indica a este respecto que en el marco de la solicitud de patente presentada en este documento se habla continuamente de sólo "un parámetro". Sin embargo, se entiende que la invención no sólo puede aplicarse ventajosamente a los más diferentes parámetros, sino que precisamente al aplicar la invención a varios parámetros de una operación de instalación se obtiene una ventaja especialmente importante.

Por "ajuste de producción" del parámetro se entiende un ajuste tal, es decir, un valor ajustado tal, que la producción puede llevarse a cabo con este ajuste. Este valor puede encontrarse normalmente dentro de una determinada amplitud. En particular, un parámetro puede influir de manera interactiva en otro parámetro, de modo que un ajuste de producción óptimo del parámetro, concretamente de manera óptima por ejemplo con respecto a la calidad del producto, en caso de cambiar el otro parámetro también puede tomar otro valor necesario.

Por tanto, por ejemplo, es concebible que el ajuste del parámetro de producción tenga que cambiarse a lo largo del tiempo, porque por ejemplo la máquina tenga piezas de desgaste o porque por ejemplo se caliente o enfríe a lo largo de la producción.

Como parámetro de producción se tomará por tanto en particular un valor ajustado de manera óptima con respecto a la calidad al menos de manera temporal.

- 5 La "determinación iterativa" del tipo propuesto en el presente documento proporciona ventajas muy importantes con respecto al estado de la técnica:

10 El procedimiento propuesto en el documento DE 10 2006 006 176 B4 requiere concretamente ya una introducción completa de todos los factores relevantes, en particular de toda la geometría de la máquina, herramientas y piezas de trabajo. En la práctica, esto puede resultar extremadamente complejo.

15 Además en este estado de la técnica previamente conocido se fija la atención en minimizar el ciclo de producción, es decir, maximizar el rendimiento. A este respecto, según la instalación, se olvida la calidad. Es fácil de imaginar que por ejemplo con un determinado tiempo de estadía en la herramienta también puede alcanzarse una calidad mínima necesaria, aunque sin embargo a lo mejor con una prolongación sólo reducida del tiempo de estadía en la herramienta, la calidad en ocasiones puede aumentarse muy considerablemente.

20 Por tanto, el procedimiento descrito en el presente documento va claramente más allá que el procedimiento descrito en el documento DE 10 2006 006 176 B4, desviando la atención no necesariamente sólo al rendimiento más elevado posible sino que en gran medida puede utilizarse ventajosamente para optimizar la calidad del producto resultante.

25 Sin embargo, también si en un caso individual sólo tiene que optimizarse el tiempo de procesamiento, el procedimiento descrito en el presente documento proporciona sin embargo considerables ventajas, porque no es necesario considerar toda la instalación de manera analítica. Más bien ya con algunos datos detectados y algunos valores empíricos puede trabajarse bien.

30 Incluso con respecto al procedimiento conocido, en el que el operario tiene en cuenta los productos resultantes y cambia los parámetros manualmente, se obtiene una gran ventaja: por un lado la instalación puede detectar valores de medición dentro de la instalación, es decir en zonas, a las que el operario no tiene acceso mientras transcurre la producción. Por otro lado la instalación en sí misma puede recurrir de manera ideal a una base de datos de expertos almacenada en la propia instalación o en una red electrónica, en la que se indica qué deficiencias de calidad en el producto final pueden eliminarse mediante qué parámetros.

35 Preferiblemente se utiliza un diseño experimental previsto en un control de la instalación. Por un lado, en un diseño experimental de este tipo puede estar almacenado qué experimentos tienen que llevarse a cabo en todo caso en la puesta en marcha de la instalación y/o durante el transcurso de la producción, es decir, en particular, qué parámetros se cambian. Al mismo tiempo puede estar almacenado un valor inicial plausible en un diseño experimental de este tipo. Alternativa o adicionalmente puede introducirse un valor inicial para la iteración o bien por
40 el operario o bien por medio de un procedimiento de aprendizaje determinarse por el operario con la instalación. En un procedimiento de aprendizaje el operario realiza determinados movimientos de la instalación en primer lugar con un avance manual hasta posiciones finales o tiempos de estadía aproximados. La instalación registra estos movimientos y los toma como parámetros iniciales para la iteración.

45 Se propone que según una posibilidad el parámetro en la determinación iterativa se varíe por sí solo mediante un control de la instalación. En una forma de realización de este tipo del procedimiento o una instalación correspondiente, el control de la instalación actúa sobre los parámetros de máquina y los varía. Puede medir los resultados en el producto por sí mismo o solicitar a un operario que participe en un diálogo, en particular solicitarle que tome una decisión, sobre cuál de dos productos fabricados de manera diferente es mejor en cuanto a calidad.

50 Alternativamente o en caso de varios parámetros de manera acumulativa es concebible que el parámetro en la determinación iterativa se proponga a un operario. En este caso o bien la instalación le indica al operario, qué parámetro tiene que cambiar el operario, por ejemplo una anchura de transporte de carriles de transporte, o bien el operario realiza propuestas sobre qué parámetro ha de cambiarse y la instalación en sí misma cambia el parámetro.

55 En todas las variantes abordadas es ventajoso tener en cuenta un pandeo de la lámina en un cálculo. Así, ha de partirse del hecho de que una lámina de plástico en la instalación adopta un pandeo importante. Al acceder a la instalación, desde un punto de vista meramente matemático-físico siempre existe un pandeo. Sin embargo, mediante una apertura en la zona transportada puede reducirse un pandeo de este tipo o incluso compensarse en gran medida.

60 Sin embargo, en la instalación en sí misma el pandeo a menudo aumenta, ya sea como consecuencia del calentamiento de la lámina en el interior de la instalación, ya sea como consecuencia de una fuerza, que ejercen los ventiladores sobre la lámina.

65 El aspecto de la invención propuesto en el presente documento reconoce que el pandeo de la lámina puede ser de

gran relevancia para la conformabilidad. Por tanto, por un lado se propone tener en cuenta el pandeo como tal en el cálculo. Por otro lado se propone, en caso de haber una posibilidad de detección adecuada, detectar el pandeo que cabe esperar por el recorrido de transporte de la lámina a través de la instalación de manera localmente variable en el cálculo, es decir, por ejemplo tener en cuenta también el aumento en el pandeo a consecuencia de aumentos de temperatura.

Es concebible que se indique de manera fija una magnitud objetivo de calidad que ha de alcanzarse. Esto puede ser por ejemplo la calidad de la ausencia de rebabas, la transparencia de una costura de soldadura, la resistencia a la tracción de dos partes unidas o innumerables parámetros adicionales. En particular aquí pueden recogerse magnitudes objetivo de calidad relevantes para la seguridad o muy tenidas en cuenta especialmente por clientes.

Alternativamente o en el caso de varios parámetros de manera acumulativa es concebible que un operario introduzca una magnitud objetivo de calidad que ha de alcanzarse.

Es especialmente ventajoso que en la determinación iterativa del parámetro un operario evalúe una magnitud objetivo de calidad. Esto requiere una intervención humana o una interacción humana. Sin embargo, el control de la instalación puede indicar al operario con mucha precisión mediante qué criterios se evaluarán qué magnitudes objetivo de calidad. El control de la instalación puede obtener de este modo una retroalimentación para la calidad del producto, también para la calidad alcanzada de determinadas magnitudes objetivo de calidad, que a máquina sólo pueden detectarse con dificultad.

Mediante una magnitud objetivo de calidad evaluada, ya sea mediante una magnitud objetivo de calidad evaluada a máquina o manualmente, preferiblemente se calcula un conjunto de datos optimizado. Un conjunto de datos de este tipo contiene varios parámetros de la instalación, preferiblemente todos los parámetros ajustables de la instalación.

Preferiblemente se optimiza un movimiento de la máquina mediante la iteración. Con respecto al movimiento de la máquina puede considerarse en particular que se optimicen el tiempo de conformación, la fuerza de compresión y/o el tiempo de estadía mediante la iteración.

En una idea inventiva adicional el parámetro que ha de optimizarse mediante la iteración es una sobrepresión de aire comprimido. Éste puede ser el caso en muchos lugares en una instalación de procesamiento de plástico. Sin embargo, según un aspecto especialmente ventajoso éste es el caso en la siguiente aplicación: las instalaciones de conformación en vacío disponen de una cavidad de herramienta para el producto que ha de crearse. En el caso normal se acercan una herramienta superior y una herramienta inferior. Mediante la aplicación de vacío y una lámina de plástico situada entre las dos partes de herramienta se embute a profundidad el producto final.

Sin embargo, puede ser deseable utilizar las mismas herramientas con aire comprimido para la conformación de productos de plástico. Así, a menudo es recomendable, en la conformación de polipropileno, aplicar aire comprimido a la lámina de plástico desde el lado posteriormente hueco, porque de lo contrario a menudo se producen esquinas deficientes desde el punto de vista de la calidad en la forma.

A este respecto resulta problemático que el aire comprimido puede inyectarse con una gran sobrepresión. Por el contrario, una herramienta de conformación en vacío sólo está diseñada para una fuerza de cierre relativamente reducida, porque al aplicar una subpresión en el interior del molde de herramienta adicionalmente se aumenta la fuerza de cierre. Cuando en el interior se genera sobrepresión, existe un ligero riesgo de que la sobrepresión salga de las dos partes de herramienta acercadas una hacia la otra. Esto puede influir negativamente en la calidad del producto o incluso ser peligroso para la instalación o para los operarios.

Por tanto, es recomendable optimizar la intensidad de la sobrepresión mediante la iteración, de modo que no se produzca una salida o en cualquier caso no una salida excesiva de aire comprimido fuera de la herramienta.

Independientemente de para qué parámetro se realiza una iteración o qué parámetro se determinará de otro modo, se propone la utilización de un diseño experimental estadístico, en particular un diseño experimental según Taguchi. Un diseño experimental estadístico optimiza con ayuda de consideraciones estadísticas el número de experimentos a realizar para un estudio de parámetros. Habitualmente, para un estudio de parámetros se cambia en cada caso un parámetro en diferentes direcciones y con varios puntos de medición, para determinar en primer lugar la influencia individual en cada caso del parámetro sobre el resultado del producto. En etapas avanzadas se analiza la interacción o la influencia mutua de diferentes parámetros. Por tanto, para un estudio de parámetros se requieren más experimentos que parámetros.

Por el contrario, un "diseño experimental estadístico" disminuye el número de experimentos a realizar de manera muy considerable y a este respecto lleva a resultados sorprendentemente buenos.

Como ejemplo es concebible que para cuatro parámetros influyentes sólo tengan que realizarse ocho experimentos para, con una probabilidad estadísticamente muy alta, detectar todas las interacciones. Por tanto, puede conseguirse una optimización común de los valores de interacción de manera muy rápida y sencilla.

Preferiblemente una optimización de los parámetros se produce mediante diseños experimentales estadísticos para magnitudes que influyen unas en otras, mientras que una determinación iterativa de parámetros individuales se realiza preferiblemente para magnitudes que no interaccionan entre sí.

Los diseños experimentales de Taguchi se obtendrán mediante campos ortogonales matemáticos. Éstos se indican en obras de consulta, por ejemplo en D. C. Montgomery: Design and analysis of experiments. John Wiley & Sons, Nueva York, 1991, ISBN 0-471-52994-X, páginas 421 y siguientes.

Según un segundo aspecto independiente de la invención el objetivo planteado se alcanza mediante un procedimiento para ajustar un parámetro en una instalación de procesamiento de plástico, produciéndose en una primera etapa una introducción de parámetros, tras lo cual en etapas posteriores en primer lugar se realiza una marcha en seco de partes de la instalación, a continuación una puesta en marcha en un modo de ahorro y finalmente un funcionamiento de la instalación en un modo de producción.

Conceptualmente con respecto a este aspecto de la invención se indica que éstas no tienen que ser necesariamente las únicas etapas que se realizan para el ajuste o puesta en marcha o funcionamiento de la instalación. Más bien sólo es ventajoso realizar estas etapas, realizándose en una forma de realización especialmente preferida del procedimiento solamente estas etapas.

En la "introducción de parámetros", el operario introduce algunos parámetros, o éstos se leen mediante conjuntos de parámetros habituales previamente almacenados. Por ejemplo también pueden reconocerse directamente por el propio producto. A éstos pertenecen parámetros como propiedades de lámina fundamentales, propiedades de herramienta, la selección de una conformación en positivo o una conformación en negativo así como datos sobre si solamente debe realizarse una conformación, o si por ejemplo debe realizarse una conformación y por separado un troquelado o si al mismo tiempo debe realizarse una conformación y un troquelado, así como finalmente datos con respecto al apilamiento de los productos, respectivamente en caso de una instalación de conformación de plástico.

A continuación la instalación puede crear sus propios parámetros.

En la "marcha en seco" posterior pueden determinarse por ejemplo la capacidad funcional de los trayectos de desplazamiento o un número de ciclos máximo o mínimo. Esto se produce en cada caso sin consumo de material, porque en la marcha en seco la lámina o el plástico alimentado de otro modo aún no se consumirá.

En la puesta en marcha de la instalación en el "modo de ahorro" se consume la lámina o el plástico alimentado de otro modo. Sin embargo, la instalación se hace funcionar con un ciclo muy reducido, de modo que no sólo se ahorra material durante la puesta en marcha, sino que el operario también puede detectar bien si todas las funciones se realizan de manera correcta.

Sólo con el funcionamiento de la instalación en el "modo de producción" se inicia de manera permanente el número de ciclos deseado.

Sin embargo, incluso durante el funcionamiento de la instalación en el modo de producción preferiblemente se realiza una optimización de los parámetros, preferiblemente mediante un diseño experimental estadístico.

A continuación la instalación puede funcionar de manera permanente con una calidad extraordinaria.

Se ha encontrado que la puesta en marcha de la máquina de este modo puede realizarse de manera especialmente rápida y sencilla así como con un funcionamiento fiable.

En particular esto es válido en relación con el tercer aspecto de la invención también ventajoso independientemente, concretamente un procedimiento para el ajuste de un ajuste mecánico de la máquina en una instalación de procesamiento de plástico, en la que la instalación realiza el ajuste de la máquina mediante un parámetro por sí sola.

Cuando la instalación ajusta automáticamente todas las partes de la instalación, por ejemplo la amplitud de la guía de cadena, la instalación ya puede ponerse en marcha tras aproximadamente 20 min. Por el contrario, un operario con mucha experiencia, en las instalaciones habituales necesita aproximadamente dos horas, en el caso normal un operario con una experiencia promedio necesita más o menos cuatro horas.

Antes de la puesta en marcha, la instalación le pedirá al operario una confirmación de seguridad.

Uno de los ajustes de máquina puede ser la apertura. Ésta se ajusta preferiblemente en varios lugares independientemente por sí sola.

Según un cuarto aspecto de la presente invención, el objetivo planteado se alcanza mediante un procedimiento para el ajuste de dispositivos de calentamiento en una instalación de procesamiento de plástico, estando previstos los

dispositivos de calentamiento para calentar el plástico durante una etapa de trabajo para la fabricación de un producto final, calculándose ajustes de producción de los dispositivos de calentamiento, concretamente mediante una inmisión de calor a esperar.

5 A este respecto, la idea decisiva es que se calcula la inmisión de calor. Ésta se obtiene a partir de la suma por todos los radiadores de calor o a partir de la suma de una función por todos los radiadores, teniéndose en cuenta la función, la separación, el ángulo de radiación y la potencia de radiación del radiador de calor.

10 El cálculo a partir de la inmisión en lugar de la emisión es un enfoque completamente nuevo en el campo de tales instalaciones.

Ya se comentó que un ajuste de producto de un parámetro puede determinarse preferiblemente mediante un diseño experimental estadístico. Esto es ventajoso según un quinto aspecto de la presente invención también independientemente de todos los demás aspectos presentados.

15 Se prefieren especialmente los diseños experimentales según Taguchi.

Según un sexto aspecto de la presente invención, el objetivo planteado se alcanza mediante un procedimiento para ajustar un parámetro en una instalación de procesamiento de plástico y para la puesta en marcha de la instalación, pidiéndose antes de la puesta en marcha al operario una confirmación de seguridad.

20 Por ejemplo, esto puede ayudar a eliminar riesgos, que se producirían por confusiones entre números en la introducción o errores similares.

25 Según un séptimo aspecto de la presente invención, el objetivo planteado se alcanza mediante un procedimiento para el uso de una instalación de conformación en vacío con una sobrepresión, determinándose en primer lugar mediante una magnitud de conformación y una fuerza de instalación un valor admisible de la sobrepresión.

30 Esta idea ya se explicó anteriormente. También es ventajosa independientemente de los demás aspectos.

Se entiende que un procedimiento para la fabricación de productos con una instalación de procesamiento de plástico es especialmente ventajoso cuando al menos se incluye uno de los procedimientos descritos anteriormente.

35 Como proceso de fabricación son concebibles en particular procesos de unión de plástico, procesos de termoconformación, procesos de soldadura de alta frecuencia, procesos de soldadura por contacto térmico y procesos adicionales, que pueden realizarse en el marco de instalaciones de tipo genérico.

40 Para optimizar la calidad del producto resultante, a menudo será ventajoso que el parámetro se ajuste de manera iterativa y/o mediante un diseño experimental estadístico de tal manera que se obtenga un tiempo de ciclo, que es mayor que un tiempo de ciclo posible mínimo, que sin embargo da lugar a una mejor calidad del producto.

Alternativamente o en el caso ideal al mismo tiempo puede estar previsto que el parámetro o los parámetros se ajusten de tal manera que se obtenga un tiempo de ciclo posible mínimo.

45 Se entiende que una instalación de procesamiento de plástico con un control para la realización de al menos un procedimiento según la presente descripción se beneficia también directamente de las ventajas del procedimiento igualmente. Lo mismo es válido para un producto de plástico resultante.

50 La invención se explicará en más detalle más abajo mediante ejemplos de realización:

Para la puesta en marcha de una instalación de termoconformación con una nueva lámina, en primer lugar, un operario introduce parámetros, que no puede detectar la instalación en sí misma (primera etapa, denominada en este caso "bloque A").

55 El operario introduce datos sobre las propiedades de lámina, sobre las propiedades de herramienta, sobre el tipo de conformación seleccionado (conformación en positivo o conformación en negativo), sobre las propiedades de producto, sobre el proceso, sobre las etapas de mecanizado (conformación, conformación con troquelado por separado o conformación con troquelado), sobre el apilamiento, sobre las cajas existentes y dado el caso sobre datos adicionales. Con respecto a las propiedades de lámina en particular es concebible que se introduzca el tipo de lámina, es decir, en particular el material de fabricación de la lámina, la anchura de lámina y el grosor de lámina. Con respecto a las propiedades de herramienta se considera en particular indicar la longitud en el sentido de avance de la lámina con marco tensor, la anchura transversalmente al sentido de avance de la lámina con marco tensor y el tamaño de bloque de la herramienta.

65 Sin embargo, en lugar de introducir numerosos parámetros adicionales, como en los procedimientos habituales, la instalación ya en este punto lleva muy rápidamente con un programa de propuestas controlado por el operario a la

optimización de la calidad.

En la siguiente etapa se crea un conjunto de parámetros para la instalación (bloque B):

- 5 Con respecto al calentamiento se define en primer lugar, qué calefactores están disponibles. A continuación se calculan las zonas al respecto y se introducen en un algoritmo de cálculo. Se vectoriza la adaptación de campos totales de la calefacción y a continuación se activa el conjunto de datos.

- 10 A continuación se pone la estación de conformación en la posición de producción. Esto se produce en particular con respecto a la guía de cadena, las mesas, los tamaños de bloque existentes, los marcos tensores, el yugo y la posición de la estación de troquelado.

En este punto se recorre un bucle de optimización para la estación de conformación.

- 15 Tras el bucle de optimización para la estación de conformación se recorre un bucle de optimización para la estación de apilamiento. En primer lugar se pone en posición. Se definen los valores necesarios. Se comprueba la posición del elemento de expulsión: se miden y ajustan los momentos de giro de manera iterativa. Para una mejor manipulación en la extracción, a través de un procedimiento de aprendizaje se determina la posición ideal. A continuación se almacena esta posición.

- 20 Con ello finaliza el bloque B.

- 25 Además es concebible que para el servomomento se recorra un bucle de optimización. En un procedimiento de aprendizaje, en este punto, se desplaza por ejemplo el elemento de expulsión y se mide el trayecto de desplazamiento. Por ejemplo, otras herramientas pueden desplazarse hasta el tope. Por el contrario, en el caso del elemento de expulsión el servoelemento empuja el elemento de expulsión hacia arriba. Es decir, se eleva el servoelemento hasta que puede funcionar. El servomomento medido se multiplica preferiblemente por un coeficiente de seguridad, por ejemplo por 1,5. Con este valor, como valor empírico, puede iniciarse el bucle de optimización.

- 30 Un valor empírico, con el que se inicia un bucle de optimización, puede ser o bien un valor fijo o bien obtenerse como función a partir de diversos parámetros, teniendo en cuenta a este respecto parámetros de producto, parámetros de máquina y/o parámetros de proceso.

- 35 Por ejemplo se determinará un valor empírico para el tiempo de conformación necesario como función en particular del grosor de lámina, del tipo de lámina, de la profundidad de embutición, de la conductibilidad térmica de la herramienta y de la temperatura del agua de refrigeración. También en este caso se multiplicará por la suma de 1 y un coeficiente de seguridad. Puede obtenerse por ejemplo un valor tal que el tiempo de conformación ascienda a 0,26 segundos como valor empírico.

- 40 Partiendo de este valor inicial de 0,26 segundos de tiempo de conformación a continuación puede iniciarse con una iteración la optimización.

En la siguiente etapa (bloque C) se realiza una marcha en seco.

- 45 En este bloque se recorren por ejemplo bucles de optimización para los trayectos de desplazamiento.

En el tercer bloque, la marcha en seco, ahora se somete a prueba y se optimiza la secuencia sin lámina y por tanto sin consumo de material.

- 50 En una primera parte de bloque (etapa C.a) se comienza en primer lugar como primera iteración con una secuencia arbitraria, muy lenta. Se elige la secuencia más lenta, que conduce a una secuencia funcional, pero que no es demasiado lenta. Por ejemplo en el caso de una instalación de termoconformación y troquelado es concebible comenzar con una velocidad de 20 ciclos por minuto.

- 55 Esta velocidad de ciclo puede ser por ejemplo la mayor velocidad en tiempo, que todavía funciona en la mayor parte de láminas.

- 60 Durante la primera iteración se mide el tiempo de trayecto de desplazamiento de un ciclo. Como con una velocidad de 20 ciclos por minuto para cada ciclo hay tres segundos de tiempo, el tiempo restante entre el tiempo de trayecto de desplazamiento y los tres segundos es el tiempo disponible posible para el tiempo de parada y tiempo de conformación. Ahora se divide entre tiempo de parada y tiempo de conformación y se deja funcionando hasta que los tres segundos en total en un ciclo son exactamente el resultado.

- 65 Ahora la secuencia es extremadamente estable. La máquina ya no corre el riesgo de sufrir oscilaciones.

En la siguiente parte de bloque (etapa C.b) la instalación realiza ciclos máximos, es decir, el máximo número de

ciclos posible.

Esto se realiza preferiblemente de tal manera que el tiempo de estadía pasa a ser el tiempo de estadía mínimo. A continuación se mide el número de ciclos alcanzado y se realiza un cálculo inverso.

5 En el primer enfoque se reduce para ello simplemente el tiempo de parada hasta el valor calculado previamente. Por ejemplo se indicó anteriormente que el tiempo de conformación mínimo puede ser el valor empírico de 0,26 segundos.

10 Ahora tanto con la baja velocidad de 20 ciclos por minuto como con los ciclos máximos, por ejemplo a 36 ciclos por minuto, en cada caso se realiza una iteración para determinar los mejores tiempos de funcionamiento y de estadía posibles (etapa C.c).

15 A continuación en una cuarta etapa de bloque (etapa C.d) se lleva a cabo un almacenamiento de los dos conjuntos de parámetros.

Esto finaliza la marcha en seco.

20 En un cuarto bloque del proceso de puesta en marcha (bloque D) se produce una puesta en marcha de la instalación con lámina y por tanto una optimización en el modo de ahorro.

En este caso pueden recorrerse por ejemplo bucles de optimización para el campo total de calefacción, para la fuerza de troquelado, para la fuerza de cierre o para el apilamiento.

25 Así, por ejemplo, tras una preparación de la instalación ésta arrancará automáticamente con un ciclo de 20 ciclos por minuto. Después de haber optimizado las magnitudes mencionadas anteriormente en el modo de ahorro de lámina, puede llevarse a cabo una adaptación de los campos característicos de la calefacción. La calefacción puede aumentarse a continuación hasta valores máximos.

30 En detalle, la instalación puede ponerse en marcha por tanto por ejemplo a una velocidad de 20 ciclos por minuto. En el ejemplo mencionado anteriormente, con un ritmo de este tipo sólo el tiempo de estadía es innecesariamente largo.

35 Todo lo que no sea relevante para la calidad de la forma puede optimizarse por tanto de manera iterativa a 20 ciclos por minuto.

Por tanto, pueden optimizarse estos diversos parámetros, sin que se consuma demasiada lámina.

40 En el último bloque (bloque E) se realiza la optimización de producto, es decir, una optimización en el modo de producción.

En este caso pueden recorrerse por ejemplo bucles de optimización para calefactores o radiadores individuales, la estabilidad de forma del suelo, la posición de placas refrigerantes, la distribución del grosor de pared, parámetros de troquelado, etc.

45 Una vez que la instalación funciona a un ritmo máximo, por cada iteración puede producirse una optimización. Mediante los valores de retroalimentación a la baja velocidad de 20 ciclos por minuto ya es posible desplazar las curvas características hasta los valores necesarios realmente. Por tanto, al iniciarse la marcha con un ritmo máximo los valores de los parámetros ya están muy cerca del valor óptimo.

50 Para cada parámetro puede estar indicada una curva de regulación, mediante la que la instalación se acerca al valor óptimo. Mientras el parámetro esté en zonas de la curva de regulación, en las que todavía está alejado del valor óptimo, pueden llevarse a cabo etapas de iteración grandes. Una vez que se detecta una curva de regulación, de modo que la iteración se acerque a un valor óptimo, por ejemplo mediante la aproximación a un valor máximo de una curva, pueden llevarse a cabo etapas de iteración pequeñas.

60 Por ejemplo, en el bloque D, es decir, en el modo de ahorro de lámina puede resultar que a una velocidad de 20 ciclos por minuto y un grosor de lámina de 0,3 mm sea necesaria una temperatura del 78 por ciento (por ejemplo aproximadamente 140°C de manera correspondiente) en lugar del 74 por ciento esperado según la curva característica, para fabricar el producto con una calidad ideal. Por tanto, la temperatura tendría que corregirse hacia arriba en más 4 puntos porcentuales.

65 Para el bloque E puede sacarse a partir de aquí por ejemplo la conclusión de que, con un grosor de lámina de 0,3 mm y con un ritmo máximo (por ejemplo 38 ciclos por minuto), la curva característica tiene que aumentarse en más 6 puntos porcentuales.

Se entiende que la optimización de estos valores debería llevarse a cabo lo más rápido posible, porque el consumo de lámina en este estado es muy alto.

Independientemente de la alternativa de la adaptación iterativa de un valor, que no tiene interacción, por ejemplo con retroalimentación del usuario, en el bloque E puede llevarse a cabo un diseño experimental estadístico. Esto tiene sentido sobre todo cuando ha de adaptarse un valor, que tiene interacciones, concretamente por una optimización común de los valores de interacción.

En un diseño experimental según Taguchi por ejemplo es concebible que sólo sean necesarios ocho experimentos para cuatro parámetros influyentes.

Según la posibilidad ya deberían excluirse de manera dirigida interacciones por motivos lógicos, siempre que sea posible en el caso individual.

A continuación se almacena el conjunto de parámetros determinado.

En un segundo ejemplo muy concreto se describe en detalle la optimización de una estación de expulsión:

En la estación de expulsión un servomotor mueve los elementos de expulsión en vertical a través de una lámina. Se expulsan las piezas útiles que se adhieren ligeramente a la rejilla residual y se apilan.

El momento de giro del servoelemento y con ello la fuerza del elemento de expulsión tienen que seleccionarse sin embargo de tal manera que se encuentren ligeramente por encima de la demanda de fuerza de una pieza útil troquelada de manera correcta. Esto representa una medida de protección para la instalación. En caso de que la pieza útil no se haya troquelado correctamente y el momento de giro sea demasiado grande, por la lámina aparecería una tensión elevada. Esto podría dañar la instalación.

El momento de giro necesario depende del servomotor utilizado y el convertidor utilizado, de la relación de engranajes, de la fricción en la instalación, de la velocidad, del trayecto de aceleración, del trayecto de regulación, del peso del elemento de expulsión y de otros parámetros.

Estos parámetros no tienen en parte ninguna relación lineal. Además los parámetros tienen que volver a introducirse de nuevo para cada instalación, pudiendo ser las entradas por parte de un operario incorrectas. Un enfoque meramente computacional es muy complejo y el resultado va unido además a grandes tolerancias.

La solución utilizada en este caso es el procedimiento de aproximación descrito anteriormente:

El objetivo es el ajuste correcto de la corriente de la servocorriente y con ello de la fuerza de expulsión.

Objetivos adicionales de esta y otras realizaciones pueden ser por ejemplo: la independencia de un software de control de la relación de engranajes y otras propiedades de instalación individuales, una alta precisión y/o por ejemplo una independencia del operario.

Para la realización de la determinación, en primer lugar, se escribe un conjunto de datos con datos básicos, concretamente con posiciones, velocidades, activaciones, etc., siendo la corriente del servomotor un valor muy pequeño. A continuación se inicia el ciclo de optimización del elemento de expulsión.

Se monitoriza el momento de giro. Cuando el accionamiento comunica un error, se aumenta la corriente en el servomotor por etapas de manera determinada.

En algún momento, el accionamiento ya no comunica ningún error. Por tanto ahora se conoce que el accionamiento puede empujar el elemento de expulsión de manera continua hacia delante. Esto constituye el valor determinado necesario desde el punto de vista técnico. A éste se añade un coeficiente de seguridad. Se almacena el valor determinado.

Un ejemplo adicional describirá la optimización de la secuencia en un punzón de estiramiento previo (VDS).

Con la lámina sujeta, un servomotor empuja el VDS verticalmente en la lámina. De este modo se introduce más material de lámina en la zona de suelo. Tras la aplicación de vacío o aire comprimido, el VDS retrocede.

El VDS facilita así el estiramiento definitivo de la lámina hasta la forma deseada.

El VDS, con la lámina sujeta, tiene que haber alcanzado una determinada posición.

La activación del VDS se produce sin embargo a través de servoconvertidores que no tienen control de trayectoria. Los servoelementos de las mesas y del VDS se inician con una determinada posición. A continuación se dirigen con

rampas de aceleración y velocidades predeterminadas hacia el objetivo. El tiempo de llegada se comunica por el control.

5 La relación de los parámetros depende de las proporciones geométricas, las rampas, el error de contorno, el servomotor utilizado, el convertidor utilizado, la relación de engranajes, la fricción en la instalación, la velocidad, el trayecto de aceleración, el peso de herramienta y otros parámetros.

Las posiciones iniciales no tienen ninguna relación lineal, continua ni diferenciada con el tiempo de llegada

10 También en este caso, la mejor solución es un procedimiento de regulación iterativo.

El objetivo del procedimiento es en este caso hallar un ajuste correcto del momento de inicio, para optimizar la secuencia y el resultado.

15 También en este caso pueden existir objetivos adicionales como independencia de instalaciones con diferente excentricidad, una precisión lo más alta posible o una independencia del operario.

También en este caso se escriben en primer lugar los datos y las posiciones básicos. A continuación se inicia el ciclo en la estación de conformación.

20 En cada ciclo se mide la diferencia de tiempo entre la posición final de VDS y la disposición. Mientras la diferencia de tiempo supera un valor umbral, a una diferencia de trayecto se le asigna un determinado valor, que se obtiene a partir de una función de regulación de la diferencia de tiempo. El nuevo trayecto que ha de recorrerse es por tanto la diferencia a partir del valor real medido y el trayecto de la diferencia. De este modo puede calcularse una nueva
25 posición angular teórica, concretamente según un cálculo geométrico del nuevo trayecto teórico. La nueva posición angular para el inicio se escribe ahora en la instalación y se recorre el nuevo ciclo. Así comienza el ciclo de optimización de nuevo.

30 Una vez que la diferencia de tiempo se encuentra por debajo de un valor umbral predeterminado, se almacena la posición angular para el inicio.

En aún otro ejemplo se explica un procedimiento para determinar valores óptimos de calidad en la fabricación de piezas de plástico conformadas:

35 En este procedimiento se determinan valores de ajuste de máquina (parámetros) teniendo en cuenta criterios de calidad de libre elección. En un ejemplo de realización mediante iteración puede optimizarse el movimiento de la máquina, para garantizar un funcionamiento de la máquina silencioso y con poco desgaste. En relación con la optimización de la calidad de este modo se halla un punto de funcionamiento, que representa un valor óptimo con respecto a la calidad del producto y la potencia de expulsión.

40 Así, por ejemplo con respecto a un parámetro es concebible que con su variación se obtenga una curva con un valor máximo, cuando a través del parámetro se indica el número de ciclos alcanzado. Por ejemplo puede obtenerse una parábola o una curva similar, que con un ajuste determinado del parámetro da lugar a un ritmo que puede alcanzarse, máximo, de por ejemplo 38 ciclos por minuto.

45 Con respecto al mismo parámetro puede resultar que la calidad alcanzada, indicada como curva por el parámetro variable, también tome un valor máximo, por ejemplo también con un desarrollo de la curva en forma de parábola o una curva similar. Por ejemplo es concebible que resulte una calidad óptima del producto a un ritmo de 15 ciclos por minuto.

50 En este caso por ejemplo puede considerarse como óptimo hallar un compromiso ideal entre potencia de expulsión máxima y la mejor calidad posible. Este compromiso puede encontrarse por ejemplo a un valor para el parámetro, que se encuentra entre aquél con expulsión optimizada y aquél con calidad optimizada, por ejemplo por debajo de un ritmo de 24 ciclos por minuto.

55 El procedimiento se realiza por un programa, por el control de máquina o de manera autónoma en un ordenador externo. En este último caso está prevista una comunicación de datos entre la máquina y el programa de optimización.

60 La secuencia es la siguiente:

En una primera etapa se introducen parámetros de producto como material de lámina, grosor de lámina, dimensiones de pieza de conformación, dimensiones de herramienta, etc. La introducción de los parámetros de producto en el control de máquina puede producirse de manera manual o mediante lectura de datos CAD. También
65 son concebibles datos almacenados de manera externa. Los cantos interferentes de la herramienta o del producto pueden calcularse o determinarse de manera óptica o mecánica.

- 5 En una segunda etapa se determina un conjunto de datos idóneo para el ajuste de la máquina. El conjunto de datos se determina mediante una base de datos de expertos depositada. O bien forma parte del control de máquina o bien se deposita de manera externa. La base de datos de expertos puede ampliarse por el operario o externamente. Con este conjunto de datos se inicia la realización de los experimentos. En lugar del valor propuesto también puede tomarse como base de partida un conjunto de datos ajustado por el operario o uno ya existente.
- 10 En una tercera etapa se determina al menos una propuesta de programa para al menos un parámetro de proceso que ha de variarse. El cálculo de la propuesta de programa se produce en un ejemplo de realización según una metodología depositada en el programa, en la que se crea un diseño experimental, que se ha elaborado estadísticamente. En este diseño experimental estadístico se cambia al menos un factor, preferiblemente varios factores al mismo tiempo.
- 15 En una cuarta etapa se fija al menos una magnitud objetivo, por ejemplo la distribución del grosor, la disposición en plano, la forma o magnitudes objetivo similares. En el caso de la fijación de la magnitud objetivo puede tratarse tanto de magnitudes medibles como de magnitudes de evaluación subjetiva. Las magnitudes objetivo pueden ponderarse opcionalmente. En otro ejemplo de realización las magnitudes objetivo pueden estar depositadas de manera fija, de modo que no pueden elegirse libremente.
- 20 En una quinta etapa se realiza un funcionamiento de la máquina. A este respecto se produce al menos una pila de producto. Según la realización del programa se produce o bien un número predeterminado de manera fija de pilas que pueden evaluarse o bien el número de las pilas puede elegirse libremente.
- 25 En la práctica se producen en primer lugar varios productos, de modo que pueden estabilizarse los parámetros de máquina, antes de que se extraiga una pila para la evaluación. Para excluir una confusión, pueden marcarse las pilas. Esto puede producirse por ejemplo de manera mecánica mediante impresión o mediante diferentes alturas de la pila. Además es concebible una señal acústica u óptica, que pida al operario que realice la extracción. Las pilas que van a evaluarse también pueden clasificarse mediante un sistema de manipulación y apilarse por separado.
- 30 En una sexta etapa se produce una evaluación de las magnitudes objetivo, ponderadas o distribuidas de manera uniforme, y la introducción en el control de máquina o el control externo. La evaluación de la magnitud objetivo se produce mediante medición o según criterios subjetivos. Por ejemplo la forma o la transparencia de la lámina pueden evaluarse ópticamente de manera muy sencilla.
- 35 En una séptima etapa se producen una evaluación de los datos y un cálculo de al menos un conjunto de datos con calidad optimizada. El operario elige el conjunto de datos calculado y optimizado propuesto por el programa y toma el conjunto de datos elegido para el control de la máquina.
- 40 En una octava etapa se produce opcionalmente una adaptación de los diferentes movimientos tras un proceso iterativo. En esta adaptación iterativa se optimizan los movimientos de la máquina hasta que se produce funcionamiento de la máquina, que permite una velocidad lo más alta posible con una calidad del producto lo más alta posible. Además, en esta optimización del movimiento puede hallarse un punto de funcionamiento, en el que la máquina puede funcionar con poco desgaste.
- 45 En una novena etapa se produce una verificación de los ajustes elegidos mediante pruebas adicionales. Los productos producidos vuelven a evaluarse. Se inicia la producción, se repite la optimización de la calidad.
- En una décima etapa se inicia ahora la producción con calidad optimizada.
- 50 En una undécima etapa se produce durante la producción un control de calidad. El programa pide al operario que retire varios productos y emite valores estadísticos. Éstos pueden transmitirse a otras instalaciones de procesamiento de datos. También es posible una optimización durante la producción y una monitorización de la calidad por ejemplo de materia prima, productos semiacabados y magnitudes interferentes, por ejemplo en la lámina.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para ajustar un parámetro en una instalación de procesamiento de plástico, que realiza un proceso de termoconformación u otro proceso de unión de plástico, determinándose un ajuste de producción del parámetro a través de un valor de medición determinado en y/o por la instalación de manera iterativa, caracterizado porque
- en una primera etapa se produce una introducción de parámetros,
- tras lo cual en etapas posteriores en primer lugar se realizan una marcha en seco de partes de la instalación,
- a continuación una puesta en marcha en un modo de ahorro y
- finalmente un funcionamiento de la instalación en un modo de producción, realizándose en las etapas posteriores en cada caso una iteración y, ajustándose el parámetro de manera iterativa de tal manera que se obtiene un tiempo de ciclo, que es mayor que un tiempo de ciclo posible mínimo, que sin embargo da lugar a una mejor calidad del producto.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque se utiliza un diseño experimental previsto en un control de la instalación.
3. Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado porque el parámetro en la determinación iterativa se varía por sí solo mediante un control de la instalación.
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el parámetro en la determinación iterativa se propone a un operario.
5. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque se tiene en cuenta un pandeo de la lámina en un cálculo en una instalación de procesamiento de plástico.
6. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque un operario introduce una magnitud objetivo de calidad que ha de alcanzarse.
7. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque en la determinación iterativa del parámetro un operario evalúa una magnitud objetivo de calidad.
8. Procedimiento según la reivindicación 7, caracterizado porque mediante la magnitud objetivo de calidad evaluada se calcula un conjunto de datos optimizado.
9. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque se optimiza un movimiento de la máquina mediante la iteración.
10. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque se optimiza un tiempo de conformación mediante la iteración.
11. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque se optimiza una fuerza de compresión mediante la iteración.
12. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque se optimiza un tiempo de estadía mediante la iteración.
13. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque se optimiza una sobrepresión de aire comprimido mediante la iteración.
14. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque adicionalmente a la determinación iterativa del parámetro se utiliza un diseño experimental estadístico, en particular un diseño experimental según Taguchi.
15. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el parámetro que ha de ajustarse es un ajuste mecánico de la máquina en la instalación de procesamiento de plástico, llevando a cabo la instalación el ajuste de la máquina mediante un parámetro por sí sola.
16. Procedimiento según la reivindicación 15, caracterizado porque se ajusta una apertura en varios lugares

independientemente por sí sola.

17. Instalación de procesamiento de plástico con un control para la realización del procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores.

5