

MÉTODO Y APARATO PARA LA PRODUCCIÓN POR LOTES DE UNA COMPOSICIÓN REFRACTARIA Y LA APLICACIÓN CONTINUA DE ESTA SOBRE UNA SUPERFICIE

5 ANTECEDENTES DE LA INVENCION

[0001] La información descrita en esta sección de antecedentes de la invención no es necesariamente un estado de la técnica admitido.

10 [0002] Las artesas y cucharas de fundición son recipientes de contención intermedios usados en el procesamiento de metales y aleaciones de metales. Estos recipientes contienen un material de revestimiento refractario permanente que resiste las altas temperaturas. Por lo general, estos revestimientos permanentes están hechos de ladrillos o productos moldeables, y comprenden de 50 a 70% de Al_2O_3 . Si bien estos materiales de revestimiento permanentes son altamente resistentes a las temperaturas elevadas, el contacto con metal fundido y escoria y los numerosos ciclos de calentamiento y enfriamiento durante el procesamiento de los metales fundidos pueden degradar el revestimiento

15 permanente, por lo que se requiere reemplazar frecuentemente el revestimiento permanente. Por lo tanto, se forman revestimientos desechables, hechos de materiales refractarios secos que pueden aplicarse mediante vibración, paleta, pistola o pulverización, sobre el revestimiento permanente de una artesa u otro recipiente de procesamiento de metal fundido para extender la vida útil del revestimiento permanente.

20 [0003] En el proceso de pulverización para la aplicación de una formulación refractaria sobre un revestimiento permanente, se mezcla polvo refractario con agua, y con aditivos tales como aglutinantes, agentes humectantes y dispersantes, para producir una lechada. La lechada se transporta bajo presión a una boquilla de pulverización, donde se introduce aire comprimido para impulsar la lechada desde la boquilla. El proceso de pulverización permite una mezcla homogénea, ya que la mezcla se produce antes

25 de que los componentes alcancen la boquilla, y el tiempo de mezcla no se limita al tiempo de contacto de dos componentes dentro de una boquilla de pulverización.

[0004] La mezcla de agua y polvo refractario puede lograrse en un proceso por lotes, en el que cantidades predeterminadas del agua y el polvo refractario se colocan en un recipiente y se someten a procedimientos tales como agitación. Los procesos por lotes ofrecen la facilidad de controlar las

30 condiciones de procesamiento, tales como la intensidad de agitación, la energía introducida en la muestra por la agitación y la cantidad de arrastre de aire dentro de la muestra. La mezcla de agua y polvo refractario también puede lograrse en un proceso continuo, en el que el agua y el polvo refractario se introducen en una entrada del recipiente y se combinan y procesan a medida que pasan a través del recipiente hacia una salida del recipiente. Sin embargo, controlar las condiciones del proceso es difícil en

35 un proceso continuo. En gran medida, el proceso de pulverización es un proceso continuo, si bien la velocidad de aplicación de la lechada puede variar y verse interrumpida por diversas razones. La necesidad de lechada en el proceso de aplicación no es constante. Sin embargo, el proceso de pulverización depende de un suministro constante de lechada.

[0005] Se descubrió que las propiedades, tales como la densidad y la porosidad, de ciertas formulaciones refractarias pulverizadas dependen de factores tales como la presencia de aditivos tales como agentes espumantes en la lechada en combinación con la intensidad de agitación de la lechada, y la duración de la agitación de la lechada. Estos factores se controlan más fácilmente en un proceso por lotes que en un proceso continuo, pero la necesidad de producir lotes consecutivos de lechada para alimentar la boquilla de pulverización requiere el monitoreo de la velocidad de consumo de lechada y la cantidad de lechada disponible de modo de poder controlar la mezcla de lechada si se usa mezcla por lotes.

[0006] WO199711802 de Daussan divulga un método y un dispositivo para producir y pulverizar una lechada acuosa. La lechada acuosa se agita mecánicamente para que el tensioactivo forme espuma y/o se hinche y la energía y/o la velocidad y/o el tiempo de agitación se ajustan para controlar la velocidad con la que el tensioactivo forma espuma y/o se hincha y por ende variar la porosidad del recubrimiento pulverizado. Sin embargo, no existe divulgación de un método o aparato en el que el inicio de un proceso por lotes que alimenta un proceso de aplicación continua sea controlado por datos producidos por un sensor en un recipiente de almacenamiento que alimenta directamente un aplicador de modo que pueda producirse un suministro constante de lechada.

[0007] US4298288 concedida a Weisbrod divulga un método y aparato móviles de formación de concreto en los que se introduce una pluralidad de ingredientes de manera controlada en un dispositivo de mezcla para producir una lechada. La lechada se transfiere del dispositivo de mezcla a una boquilla y de allí a una superficie que se ha de recubrir. Sin embargo, el método de Weisbrod no es un método de procesamiento por lotes; el dispositivo de Weisbrod no está configurado para el procesamiento por lotes. En consecuencia, no existe divulgación de un método o aparato en el que el inicio de un proceso por lotes que alimenta un proceso de aplicación continua sea controlado por datos producidos por un sensor en un recipiente de almacenamiento que alimenta directamente un aplicador de modo que pueda producirse un suministro constante de lechada.

[0008] EP0286513A1 ((DAUSSAN & CO [FR]) 12 de octubre de 1988 (12-10-1988)) se refiere a un método y un dispositivo para aplicar un recubrimiento refractario aislante que comprende al menos dos capas del mismo espesor o de espesores diferentes, de composiciones diferentes y del mismo contenido de agua o de un contenido de agua diferente, sobre superficies tales como el interior de un recipiente metalúrgico. El dispositivo incorpora un recipiente de polvo, una válvula que permite o impide el flujo desde el recipiente de polvo, un miembro de mezcla que recibe material del recipiente de polvo, así como agua, un recipiente de producto que recibe material del miembro de mezcla, un sensor que detecta el contenido o nivel del material mezclado en el sensor, un controlador para regular al menos la cantidad de agua en la mezcla, y una boquilla para aplicar la mezcla. Este dispositivo puede producir formulaciones con densidades preseleccionadas al variar las cantidades de los componentes admitidos en un proceso por lotes, pero no puede controlar la energía de mezcla introducida en un proceso por lotes a lo largo de un período definido de tiempo para producir formulaciones con densidades preseleccionadas.

[0009] DE4217373A1 ((KLAUS OBERMANN GMBH [DE]) 16 de diciembre de 1993 (16-12-1993))

divulga un aparato para preparar mezclas o suspensiones que contienen un componente líquido (por ejemplo, mezclas de agua-cemento, suspensiones de agua-bentonita y similares), tiene una mezcladora suministrada con cantidades dosificadas de componentes líquidos y sólidos (polvo, granulado, pasta o lechada) de fuentes de suministro distintas y a la que le sigue una bomba para transportar la mezcla final en una tubería que lleva a un recipiente de suministro o un consumidor. La mezcladora es una mezcladora continua suministrada continuamente con los componentes líquidos y sólidos en cantidades correspondientes a la mezcla final descargada a través de la bomba. El aparato no está configurado para incorporar un proceso por lotes en donde, por ejemplo, se puede introducir una cantidad controlada de energía de mezcla en un lote a lo largo de un período definido de tiempo.

[00010] En consecuencia, el desarrollo de un dispositivo y un proceso que proporcionan las ventajas tanto del proceso por lotes como del proceso continuo en la combinación de componentes de una formulación refractaria para su aplicación por pulverización sería ventajoso y permitiría la producción continua de un producto en el que se pueden lograr diversos valores de densidad con una sola formulación.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

[00011] La invención descrita en la presente memoria descriptiva se refiere a dispositivos y procesos para la producción por lotes de lechadas refractarias y para su aplicación por pulverización ininterrumpida.

[00012] Un dispositivo de ejemplo de la invención contiene un reactor por lotes configurado para mezclar los componentes de una formulación para producir una lechada refractaria. El reactor por lotes está en comunicación con una pluralidad de entradas de carga. El flujo o paso a través de cada entrada de carga de reactor es regulado por un actuador que controla, por ejemplo, una bomba, una válvula o un alimentador instalado en la entrada respectiva. Las entradas de carga permiten la comunicación entre las líneas de alimentación o los recipientes de almacenamiento respectivos, a través de actuadores respectivos, y el reactor por lotes. El reactor por lotes está equipado con una salida de reactor que, cuando está ubicada en su lugar y se abre, introduce el contenido del recipiente de reactor en un recipiente de producto. El recipiente de producto está equipado con una salida de recipiente de producto a través de la cual puede pasar el contenido del recipiente de producto.

[00013] La salida de recipiente de producto está en comunicación fluida con una bomba de aplicador, que está en comunicación fluida con un aplicador a través de una entrada de producto de aplicador. Una entrada de suministro de aire, en donde el flujo que pasa a través suyo está regulado por una válvula de suministro de aire, también está en comunicación con el aplicador. Dentro del aplicador, la entrada de suministro de aire y la entrada de producto confluyen para formar una salida, que pasa a través de una boquilla de aplicador.

[00014] Un controlador acepta la entrada de información de una interfaz con un ser humano y de sensores. Un sensor de cantidad de producto proporciona al controlador mediciones de la cantidad de producto en el recipiente de producto. Los sensores de velocidad de flujo proporcionan mediciones de la velocidad de flujo a través de la entrada de suministro de aire y la entrada de producto. El controlador controla los actuadores que regulan el flujo o el paso a través de las entradas de carga del reactor. El

controlador controla los actuadores que regulan el inicio, la detención y la velocidad o intensidad de los procesos, tales como la mezcla, dentro del reactor por lotes. El controlador controla un actuador fijado a la salida del reactor por lotes que regula la apertura y el cierre de la salida del reactor por lotes. El controlador controla un actuador de la bomba de aplicación, en comunicación con la bomba de aplicador, que inicia, detiene o regula la velocidad de transferencia de producto a través de la bomba de actuador. Un actuador de la entrada de suministro de aire inicia, detiene o regula el flujo de aire a través de la entrada de suministro de aire.

[00015] El proceso de aplicación de una formulación refractaria de acuerdo con la invención se lleva a cabo de la siguiente manera: Se disponen entradas de carga para aceptar los componentes de la formulación en un reactor por lotes. Se ingresa información en el controlador, en donde la información incluye la formulación del lote y el tiempo y la velocidad de la mezcla por lotes. El controlador controla los actuadores para admitir los componentes de la formulación en el reactor por lotes. El controlador controla los actuadores para iniciar la producción por lotes, para regular la producción por lotes y para detener la producción por lotes una vez completado el proceso. Al completarse la producción por lotes, el controlador acepta la entrada del sensor de cantidad del recipiente de producto y determina si el recipiente de producto puede alojar el contenido del reactor por lotes. Si el recipiente de producto puede alojar el contenido del reactor por lotes, el controlador le indica a un actuador que abra la salida del reactor por lotes, y el lote procesado se transfiere al recipiente de producto, y puede ser enviado por una bomba de lechada a la boquilla. En ese momento puede comenzar la pulverización, así como el procesamiento de un nuevo lote.

[00016] Un suministro continuo de la formulación producida por lotes puede mantenerse de la siguiente manera:

[00017] El controlador mantiene o recopila información sobre el estado de encendido/apagado de la bomba de lechada, la presencia o ausencia de un lote en el reactor por lotes, el tamaño de un lote en el reactor por lotes, el estado de encendido/apagado del motor del reactor por lotes, el tiempo de mezcla restante para un lote en el reactor por lotes, la cantidad de lechada en el recipiente de producto, y si el dispositivo de producción por lotes y aplicación continua se está inicializando (es decir, si el recipiente de producto se está llenando parcial o completamente con lechada antes de que comience la pulverización).

[00018] Si el dispositivo no se está inicializando y si la bomba de lechada no está bombeando, no se comienzan nuevos lotes.

[00019] Si la bomba de lechada está bombeando, se monitorea la cantidad de lechada en el recipiente de producto de forma regular, y se deriva la cantidad de alojamiento del recipiente de producto. La cantidad de alojamiento del recipiente de producto es la cantidad de lechada que puede aceptarse del reactor por lotes; es el resultado de sustraer la cantidad de lechada en el recipiente de producto de la cantidad de lechada que puede aceptarse del reactor por lotes cuando el recipiente de producto está vacío. La cantidad de alojamiento del recipiente de producto se compara con la cantidad de lechada en el reactor por lotes. El controlador realiza acciones sobre la comparación de la cantidad de alojamiento (AA) en el recipiente de producto con la cantidad de lechada en el reactor por lotes (BR), la presencia/ausencia de

un lote (Y/N) en el reactor por lotes, el estado de encendido/apagado del motor del reactor por lotes (BRD) y el tiempo de mezcla restante (RMT) para un lote en el reactor por lotes.

[00020] Para $AA > BR$, BR: N y BRD apagado, se admiten los componentes de la formulación en el reactor por lotes, y BRD se enciende para iniciar el procesamiento por lotes. La situación en la que $AA > BR$, BR: N y BRD: encendido no ocurre en un funcionamiento normal.

[00021] Para $AA > BR$, BR: Y, BRD apagado y $RMT > 0$, BRD se enciende para completar el procesamiento por lotes. Tras completarse el procesamiento por lotes, BRD se apaga y el lote procesado se descarga del reactor por lotes.

[00022] Para $AA > BR$, BR: Y, BRD encendido y $RMT > 0$, BRD queda encendido hasta completarse el procesamiento por lotes, en cuyo momento BRD se apaga y el lote procesado se descarga del reactor por lotes.

[00023] Para $AA > BR$, BR: Y, BRD encendido y $RMT = 0$, BRD se apaga y el lote procesado se descarga del reactor por lotes.

[00024] Para $AA > BR$, BR: Y, BRD apagado y $RMT = 0$, el lote procesado se descarga del reactor por lotes.

[00025] Para $AA < BR$, BR: N y BRD apagado, no se realiza acción alguna hasta $AA > BR$. La situación en la que $AA < BR$, BR: N y BRD encendido no se produce en un funcionamiento normal.

[00026] Para $AA < BR$, BR: Y, BRD encendido y $RMT > 0$, BRD se apaga hasta $AA > BR$.

[00027] Para $AA < BR$, BR: Y, BRD apagado y $RMT > 0$, BRD sigue apagado hasta $AA > BR$.

[00028] Para $AA < BR$, BR: Y, BRD encendido y $RMT = 0$, BRD se apaga y el lote procesado se retiene en el reactor por lotes.

[00029] Para $AA < BR$, BR: Y, BRD apagado y $RMT = 0$, BRD sigue apagado y el lote procesado se retiene en el reactor por lotes.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

[00030] Diversas características de la invención descrita en la presente memoria descriptiva pueden entenderse más exhaustivamente mediante la referencia a las figuras adjuntas, en las que:

[00031] la Figura 1 es una representación esquemática de un dispositivo de producción y aplicación de lechada refractario; y

[00032] La Figura 2 es una representación esquemática de los elementos de control y adquisición de datos de un dispositivo de producción y aplicación de lechada refractario.

[00033] El lector apreciará las características anteriores, así como otras, tras considerar la siguiente descripción detallada de la invención.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

[00034] Las composiciones refractarias descritas en la presente memoria descriptiva producen revestimientos de trabajo u otras estructuras refractarias que proporcionan propiedades aislantes antioxidantes durante su uso en recipientes metalúrgicos. Como se usa en la presente memoria descriptiva, incluso las reivindicaciones, la expresión "revestimiento de trabajo" significa una capa refractaria más interna que entra en contacto con el metal fundido contenido en un recipiente metalúrgico.

Como se usa en la presente memoria descriptiva, incluso las reivindicaciones, el término "metal" significa tanto metales como aleaciones metálicas. Como se usa en la presente memoria descriptiva, la expresión "en comunicación de recepción con" se usa para describir un dispositivo o elemento de un dispositivo que acepta datos, tales como datos en forma electrónica, emitidos por otro dispositivo o elemento de un dispositivo. Como se usa en la presente memoria descriptiva, la expresión "en comunicación de detección con" se usa para describir un dispositivo o elemento de un dispositivo que mide, analiza o deriva de otro modo información de otro dispositivo, elemento de un dispositivo, contenido de un dispositivo o muestra de material. Como se usa en la presente memoria descriptiva, la expresión "en comunicación de control con" se usa para describir un dispositivo o elemento de un dispositivo que transmite comandos a otro dispositivo o elemento de un dispositivo. Como se usa en la presente memoria descriptiva, la expresión "en comunicación con" se usa para expresar el contacto indirecto, por medio de un elemento intermediario, o directo, en el que no hay un elemento intermediario.

[00035] La Figura 1 es una ilustración esquemática de la configuración de un dispositivo de producción por lotes y aplicación continua **2** que contiene un reactor por lotes **10**. El reactor por lotes **10** está equipado con un puerto de alimentación de polvo **12** y una entrada de alimentación de agua **14**. El reactor por lotes **10** está equipado con un motor del reactor por lotes **16**, que está unido a, y en comunicación mecánica con, el ensamblaje de mezcla **17** y que puede impartirle movimiento a este ensamblaje, el cual puede comprender elementos de mezcla, combinación o agitación, tales como paletas y aspas, dentro del reactor por lotes **10**. El regulador del motor del reactor por lotes **18** regula el motor del reactor por lotes **16**; el regulador del motor del reactor por lotes **18** está en comunicación de control con el motor del reactor por lotes **16**. El regulador del motor del reactor por lotes **18** puede iniciar, detener o variar la velocidad del ensamblaje de mezcla **17** dentro del reactor por lotes **10**. El sensor de medición de carga **20** proporciona mediciones de peso del contenido del reactor por lotes **10**. El sensor de medición de carga **20** está en comunicación de detección con el reactor por lotes **10**.

[00036] El contenido del reactor por lotes se extrae a través de la puerta del reactor por lotes **22**, que está regulada por el actuador de la puerta del reactor por lotes **24**; el actuador de la puerta del reactor por lotes **24** abre y cierra la puerta del reactor por lotes **22**. La puerta del reactor por lotes **22** constituye una salida del reactor por lotes **10**. El actuador de la puerta del reactor por lotes **24** está en comunicación de control con la puerta **22**. Se puede usar una válvula bidireccional de 5 puertos en comunicación con el actuador de la puerta del reactor por lotes **24** para operar la puerta del reactor por lotes **22**.

[00037] Un recipiente de polvo **30** está equipado con un dispositivo vibrador del recipiente de polvo **32** regulado por un actuador vibrador del recipiente de polvo **34**. El dispositivo vibrador del recipiente de polvo **32** puede estar unido al recipiente de polvo **30** o puede estar en comunicación con el recipiente de polvo **30**. El actuador del dispositivo vibrador del recipiente de polvo **34** está en comunicación de control con el dispositivo vibrador del recipiente de polvo **32**. Se introduce polvo del recipiente de polvo **30**, a través de la válvula de alimentación de polvo **38** regulada por un regulador de la válvula de alimentación de polvo **40**, en la entrada de un alimentador de polvo **42** que tiene una entrada y una salida, que contiene un motor, y que contiene un dispositivo de transferencia de material, tal como un husillo o una

barrena. El alimentador de polvo **42** está controlado por el regulador del alimentador de polvo **44**. El regulador del alimentador de polvo **44** permite la transferencia de la cantidad seleccionada de polvo al reactor por lotes **10**. Se procesan las mediciones del sensor de medición de carga **20** y se las suministra al regulador del alimentador de polvo **44** para cargar el reactor por lotes **10** con una cantidad predeterminada de polvo. El polvo que sale del alimentador de polvo **42** se introduce en el puerto de alimentación de polvo **12** del reactor por lotes **10**. Se puede usar una válvula bidireccional de 5 puertos como válvula de alimentación de polvo **38**. La válvula de alimentación de polvo **38** y el regulador de la válvula de alimentación de polvo **40** pueden estar integrados. El recipiente de polvo **30** tiene una salida; la válvula de alimentación de polvo **38** puede estar ubicada en la salida del recipiente de polvo o cerca de esta; el regulador de la válvula de alimentación de polvo **40** está en comunicación de control con la válvula de alimentación de polvo **38**. La salida del recipiente de polvo **30** está en comunicación con la entrada del reactor por lotes.

[00038] Una línea de suministro de agua **50** pasa a través de un sensor de flujo de agua **52** y a través de una válvula de agua **54** controlada por el actuador de la válvula de agua **56** hacia dentro de la entrada de alimentación de agua **14** del reactor por lotes **10**. El actuador de la válvula de agua **56** permite la transferencia de la cantidad seleccionada de agua al reactor por lotes **10**. El actuador de la válvula de agua **56** está en comunicación de control con la válvula de agua **54**. El sensor de flujo de agua **52** está en comunicación de detección con el suministro de agua **50**. El sensor de flujo de agua **52** puede contener un rotor de agua y un sensor de efecto Hall.

[00039] Después de la mezcla, el contenido del reactor por lotes **10** se introduce en el recipiente de producto **60** a través de la puerta del reactor por lotes **22**. El recipiente de producto **60** tiene una entrada y una salida; la entrada del recipiente de producto **60** está configurada para recibir el contenido del reactor por lotes **10** a través de la puerta **22**. En la configuración mostrada; la puerta **22** está ubicada encima de la entrada al recipiente de producto **60**, y el contenido del reactor por lotes **10** que pasa a través de la puerta **22** cae en el recipiente de producto **60**. El recipiente de producto **60** está equipado con un dispositivo vibrador del recipiente de producto **62** regulado por un actuador vibrador del recipiente de producto **64**. El dispositivo vibrador del recipiente de producto **62** puede estar unido al recipiente de producto **60**, o puede estar en comunicación con el recipiente de producto **60**. El actuador vibrador del recipiente de producto **64** está en comunicación de control con el dispositivo vibrador del recipiente de producto **62**. El recipiente de producto **60** está equipado con un sensor que mide el recipiente de producto **66** para medir la cantidad de lechada **68** dentro del recipiente de producto **60**. El sensor de contenido del recipiente de producto **66** está en comunicación de detección con el contenido **68** del recipiente de producto **60**. El recipiente de producto **60** puede proporcionarse con una parte inferior con forma de tronco, en donde su radio mínimo está dispuesto de manera adyacente a la salida del recipiente de producto **60**.

[00040] El contenido del recipiente de producto **60** se introduce por la entrada de la bomba de lechada **70**. La bomba de lechada **70** tiene una entrada y una salida. La entrada de la bomba de lechada **70** está en comunicación directa o indirecta con la salida del recipiente de producto **60**. La bomba de lechada **70**

contiene un motor y una configuración de transferencia de material, tal como un husillo. El regulador de la bomba de lechada **72** regula la bomba de lechada **70**. El regulador de la bomba de lechada **72** está en comunicación de control con la bomba de lechada **70**.

[00041] Lo que sale de la bomba de lechada **70** es impulsado a través de la manguera de lechada **76** hacia la boquilla **80**. La salida de la bomba de lechada **70** está en comunicación con la entrada de la boquilla **80**.

[00042] Pasa aire a través de una manguera de aire **86**, a través de una válvula de suministro de aire **88** regulada por el actuador de la válvula de suministro de aire **90** y a través del sensor de flujo de aire **92** hacia la boquilla **80**. El sensor de flujo de aire **92** puede ser un dispositivo analógico o un dispositivo digital.

[00043] En la boquilla **80**, se inyecta aire en la corriente de lechada justo antes del punto de salida. La lechada es impulsada desde el punto de salida de la boquilla **80**. La boquilla **80** tiene una entrada y una salida. La entrada de la boquilla recibe lo que sale de la salida del recipiente de producto **60**; la entrada de la boquilla recibe lo que sale de la manguera de aire **86**. La entrada de la boquilla puede estar dividida en cámaras separadas, que incluyen una cámara para recibir lo que sale de la salida del recipiente de producto **60** y una cámara para recibir lo que sale de la manguera de aire **86**; en esta configuración, la cámara de recipiente de producto y la cámara de aire se encuentran dentro de la boquilla **80** para comunicarse con la salida de la boquilla. El flujo de aire en la manguera de aire **86** está regulado por la válvula de suministro de aire **88** y controlado por un actuador de la válvula de suministro de aire **90**.

[00044] El control del dispositivo de producción por lotes y aplicación continua **2** se logra mediante el controlador **100**, que comprende una pantalla de interfaz ser humano/máquina (HMI) del controlador **102**, un panel de control **104**, un puerto de transmisión de comandos **106**, un puerto de adquisición de datos **108** y un procesador **112**. La pantalla de interfaz ser humano/máquina **102** es un dispositivo que permite la interacción entre un ser humano y una máquina; puede aceptar e implementar instrucciones de control de un operador, y puede presentarle información a un operador sobre el estado de un proceso. El panel de control **104** es una superficie que puede contener controles manuales, tales como interruptores, botones, perillas o teclados, para operar el dispositivo y puede contener componentes de visualización, tales como indicadores y pantallas de video, para proporcionar información del estado del dispositivo.

[00045] La Figura 2 es una ilustración esquemática del controlador **100** y las conexiones de controlador **101** de un dispositivo de acuerdo con la Figura 1. El controlador comprende una pantalla de interfaz ser humano/máquina **102** y un panel de control **104** para ver los datos del proceso e ingresar comandos, respectivamente. La pantalla de interfaz ser humano/máquina **102** y el panel de control **104** pueden ser dispositivos distintos o un dispositivo integrado.

[00046] El controlador **100** contiene un puerto de transmisión de comandos **106**. El controlador está conectado, a través del puerto de transmisión de comandos **106**, al regulador del motor del reactor por lotes **18**, actuador de la puerta del reactor por lotes **24**, actuador vibrador del recipiente de polvo **34**, regulador de la válvula de alimentación de polvo **40**, regulador del alimentador de polvo **44**, actuador de la válvula de agua **56**, actuador vibrador del recipiente de producto **64**, regulador de la bomba de lechada

72 y actuador de la válvula de suministro de aire **90**.

[00047] El controlador **100** contiene un puerto de adquisición de datos **108**. El controlador está conectado, a través del puerto de adquisición de datos **108**, al sensor de medición de carga **20**, el sensor de flujo de agua **52**, el sensor que mide el recipiente de producto **66** y el sensor de flujo de aire **92**.

5 **[00048]** El controlador **100** contiene una unidad de procesamiento de datos/almacenamiento de datos **112** que acepta la entrada de datos de, y está en comunicación de recepción con, la pantalla de interfaz ser humano/máquina **102**, el panel de control **104**, el sensor de medición de carga **20**, el sensor de flujo de agua **52**, el sensor que mide el recipiente de producto **66** y el sensor de flujo de aire **92**. La unidad de procesamiento de datos/almacenamiento de datos **112** realiza cálculos y operaciones lógicas sobre los
10 datos proporcionados por la interfaz **102**, el panel de control **104** y los sensores **20**, **52**, **66** y **92** y los datos almacenados internamente. Se envían comandos en función de los resultados de los cálculos y las operaciones lógicas a través del puerto de transmisión de comandos a los reguladores y actuadores **18**, **24**, **34**, **40**, **44**, **56**, **64**, **72** y **90**. La unidad de procesamiento de datos/almacenamiento de datos **112** está en comunicación de control con los reguladores y actuadores **18**, **24**, **34**, **40**, **44**, **56**, **64**, **72** y **90**.

15 **[00049]** Las conexiones **101** entre el controlador y los diversos actuadores y sensores pueden estar hechas de cable de alambre o fibra óptica o realizarse mediante transmisión inalámbrica. Los dispositivos pueden comunicarse mediante Ethernet/IP.

[00050] Se pueden usar elementos especializados en el dispositivo descrito en la presente.

[00051] El reactor por lotes **10** puede tener la forma de un recipiente cerrado equipado con un ensamblaje
20 de mezcla interno configurado para mezclar el contenido del reactor por lotes **10**. El reactor por lotes **10** puede estar equipado con un motor del reactor por lotes **16** tal como un motorreductor de 7500 watts conectado a un variador de frecuencia, y un ensamblaje de mezcla **17** que puede incluir aspas mezcladoras, tales como aspas mezcladoras de tipo batido de lodo (*mud whip*) angulares para reactor por lotes, conectadas a un eje giratorio impulsado por el motor del reactor por lotes **16**. El reactor por
25 lotes **10** puede tener la forma de una mezcladora de paletas tipo tambor. Un reactor por lotes **10** conformado por un tambor de contención de lechada de 0.25 metros cúbicos alojará un lote de 90 kg de lechada refractaria. Se puede usar un pistón neumático como actuador de la puerta del reactor por lotes **24**. La puerta del reactor por lotes **22** se ubica por lo general en el fondo del reactor por lotes **10**. El recipiente de producto **60** puede ubicarse por debajo de la puerta del reactor por lotes **22** de modo que un
30 lote completado pueda verterse del reactor por lotes **10** al recipiente de producto **60**. En presencia de polvo y agua, las aspas de la mezcladora giran a una velocidad y tiempo definidos que son controlados por el proceso según lo indicado por los puntos de referencia del operador. Al introducir un cizallamiento bajo o alto y energía de mezcla intensificada en el proceso por lotes a lo largo de un período definido de tiempo, es posible alterar las propiedades físicas de la lechada para obtener un resultado deseado. La
35 potencia del motor puede ser de 7500 watts o más; se descubrió que se necesita una potencia de motor de 7500 watts o más para disminuir la densidad del lote refractario. El motor del reactor por lotes **16** puede estar configurado para suministrar al menos 7500 watts de potencia mecánica al ensamblaje de mezcla **17**.

[00052] El sensor de medición de carga **20** puede ser un sistema de celda de carga tal como una celda de carga hidráulica, una celda de carga neumática o una celda de carga de medidor de tensión. Se puede usar un sistema con una capacidad de 9000 kg.

[00053] Se puede usar un dispositivo vibrador del recipiente de polvo **32**, regulado por un actuador vibrador del recipiente de polvo **34**, con el recipiente de polvo **30** para eliminar la formación de puentes, el material pegado y un flujo irregular. El dispositivo vibrador del recipiente de polvo **32** puede alimentarse eléctrica o neumáticamente. Por lo general, el dispositivo vibrador del recipiente de polvo **32** está en contacto físico o comunicación con el recipiente de polvo **30**. Un recipiente de almacenamiento de 1800 kg puede ser adecuado para su uso como el recipiente de polvo **30** en el dispositivo de producción por lotes y aplicación continua **2**.

[00054] El alimentador de polvo **42** puede contener un motor, tal como un motorreductor eléctrico de 750 watts conectado a un variador de frecuencia. La alimentación del polvo puede lograrse con un transportador, tal como un husillo tipo barrena de 10 cm.

[00055] El actuador de la válvula de agua **56** para la válvula de agua **54** puede ser un solenoide de fluido de 2 vías.

[00056] El sensor que mide el nivel de lechada **66** puede ser un sensor de distancia láser. Puede estar dispuesto dentro del recipiente de producto **60** o por encima de este. Puede estar orientado hacia el puerto de salida del recipiente de producto **60**.

[00057] La bomba de lechada **70** puede contener un motor, tal como un motorreductor eléctrico de 9300 watts conectado a un variador de frecuencia. La bomba de lechada **70** también puede contener un alimentador de paletas de tolva y un ensamblaje de rotor-estator, así como un motor de aire vibrador. Se puede disponer una tolva de contención de lechada, que puede tener un volumen de 0.17 metros cúbicos, para recibir la lechada del recipiente de producto **60**. Cuando se activa esta configuración, y hay presencia de lechada, la bomba gira a distintas velocidades para introducir lechada de la tolva de contención mediante el uso del alimentador de paletas que fuerza la lechada hacia el ensamblaje de rotor-estator donde la lechada se extruye de manera uniforme a través de la salida de descarga de la bomba. El motor de aire vibrador nivela la lechada en la tolva de lechada de modo que el sensor que mide el recipiente **66** obtenga mediciones precisas de la cantidad de lechada **68** en el recipiente de producto **60**.

[00058] En una configuración típica, la boquilla de pulverización **80** contiene una sección de manguera hidráulica de 30 cm x 2.5 cm de diámetro conectada a un cabezal de boquilla de aluminio fundido con un tubo de aire atomizador integrado y una tapa de boquilla de caucho de atomización de 12 mm. Cuando se bombea lechada a la boquilla, se inyecta aire de baja compresión en la corriente de lechada justo antes del punto de salida (un orificio de 12 mm concéntrico al tubo de aire atomizador). Esta actividad crea un patrón cónico de lechada que luego se aplica sobre la superficie.

[00059] El actuador de la válvula de suministro de aire **90** para la válvula de suministro de aire **88** puede ser un solenoide de fluido de dos vías.

[00060] El control de la máquina puede lograrse con un controlador Allen Bradley Micrologix 1400 PLC

como controlador **100** y una pantalla C-More Human Machine Interface como pantalla de interfaz ser humano/máquina **102**. Una pantalla de interfaz ser humano/máquina es una pantalla que le permite a un usuario interactuar con un dispositivo, tal como un dispositivo que dirige o controla un proceso industrial.

[00061] Las formulaciones que pueden usarse con el aparato divulgado incluyen formulaciones de alúmina que contienen cementos de aluminato de calcio y agentes dispersantes. Si bien el dispositivo de producción por lotes y aplicación continua permite la producción de lechada refractaria con un rango de densidades a partir de una sola mezcla de componentes, también permite la producción de lotes secuenciales de lechada refractaria que difieren en su contenido de agua.

[00062] El dispositivo de producción por lotes y aplicación continua **2** puede estar configurado para impedir la producción de lechada en exceso. Si el recipiente de producto **60** no puede sostener el ritmo del reactor por lotes **10**, el sensor que mide el recipiente de producto **66** identifica el exceso de lechada en el recipiente de producto **60** (por ejemplo, al proporcionar información a la unidad de procesamiento/almacenamiento de datos **112** para determinar que el recipiente de producto **60** no puede alojar el contenido del reactor por lotes **10**), y la unidad de procesamiento/almacenamiento de datos **112** pone al reactor por lotes **10** en un estado "de espera" hasta que se haya desplazado suficiente lechada del recipiente de producto **60** de modo que un lote adicional pueda descargarse del reactor por lotes **10** y quedar completamente contenido en el recipiente de producto **60**. El estado "de espera" puede incluir detener el proceso de mezcla y/o detener la transferencia de lechada del reactor por lotes **10** al recipiente de producto **60**. Esto puede lograrse en una configuración del dispositivo **2** en la que la unidad de procesamiento/almacenamiento de datos **112** está configurada para procesar los datos recibidos del sensor de contenido del recipiente de producto **66** a fin de controlar el regulador del motor del reactor por lotes **18** y el actuador de la puerta del reactor por lotes **24**.

[00063] El dispositivo de producción por lotes y aplicación continua **2** también puede estar configurado de modo que, si el recipiente de producto **60** no puede sostener el ritmo del reactor por lotes **10**, el sensor que mide el recipiente de producto **66** identifique el exceso de lechada en el recipiente de producto **60** (por ejemplo, al proporcionar información a la unidad de procesamiento/almacenamiento de datos **112** para determinar que el recipiente de producto **60** no puede alojar el contenido del reactor por lotes **10**), y la unidad de procesamiento/almacenamiento de datos **112** desactive la transferencia de polvo, agua y otros componentes de la formulación al reactor por lotes **10** hasta que se haya desplazado suficiente lechada del recipiente de producto **60** de modo que un lote adicional pueda descargarse del reactor por lotes **10** y quedar completamente contenido en el recipiente de producto **60**. Esto puede lograrse en una configuración del dispositivo **2** en la que la unidad de procesamiento/almacenamiento de datos **112** está configurada para procesar los datos recibidos del sensor de contenido del recipiente de producto **66** a fin de controlar el regulador de la válvula de alimentación de polvo **40**, el actuador de la válvula de agua **56** y el regulador del motor del reactor por lotes **18**. La unidad de procesamiento/almacenamiento de datos también puede procesar datos recibidos del sensor de contenido del recipiente de producto **66** para controlar el actuador de la puerta del reactor por lotes **24**.

[00064] El dispositivo de producción por lotes y aplicación continua **2** también puede estar configurado

para impedir la interrupción del proceso de aplicación por una falta de lechada en el recipiente de producto **60**. En una configuración, si el sensor que mide el recipiente de producto **66** detecta una cantidad mínima predeterminada o un nivel bajo de lechada en el recipiente de producto **60**, se envía una señal a la pantalla de interfaz ser humano/máquina del controlador **102**. El operador luego reduce la velocidad máxima (rpm) de la bomba de lechada **70**. En otra configuración, si el sensor que mide el recipiente de producto **66** detecta un nivel bajo de lechada en el recipiente de producto **60**, la unidad de procesamiento de datos/almacenamiento de datos **112** realiza un cálculo en función de la tasa acumulada de uso de lechada (S/T), en función de los datos obtenidos de la cantidad de lechada **68** (S) en el recipiente de producto **60**, y el tiempo de mezcla restante (RMT) del lote en el reactor por lotes **10**. Si $(S/T) > (S/(RMT))$, el regulador de la bomba de lechada **72** reduce la tasa máxima del uso de lechada de modo que sea menor de $(S/(RMT))$.

[00065] En lo que respecta a la estructura, la salida del recipiente de polvo **30** está en comunicación con la entrada de la válvula de alimentación de polvo **38**. La salida de la válvula de alimentación de polvo **38** está en comunicación con la entrada del alimentador de polvo **42**. La salida del alimentador de polvo **42** está en comunicación con el puerto de alimentación de polvo **12** del reactor por lotes **10**. El suministro de agua **50** se extiende desde una fuente de agua, a través de la válvula de agua **54**, hasta la entrada de alimentación de agua **14** del reactor por lotes. La salida del reactor por lotes **10** está en comunicación con la entrada del recipiente de producto **60**. La salida del recipiente de producto **60** está en comunicación con la entrada de la bomba de lechada **70**. La salida de la bomba de lechada **70** está en comunicación con una entrada, o la entrada, de la boquilla **80**. Una línea de suministro de aire se extiende desde una fuente de aire presurizado, a través de la válvula de suministro de aire **88** y la manguera de aire **86**, hasta una entrada, o la entrada, de la boquilla **80**. El aire de la manguera de aire **86** y el producto o contenido de la manguera de lechada **76** se combinan en la boquilla **80** y se pulverizan desde la boquilla **80**.

[00066] El método para producir, y aplicar continuamente, una composición refractaria a una superficie con el dispositivo de producción por lotes y aplicación continua **2** se lleva a cabo de la siguiente manera: Los componentes secos de la formulación se introducen en el recipiente de polvo **30**. Un dispositivo vibrador del recipiente de polvo **32** puede ser activado por el actuador del dispositivo vibrador del recipiente de polvo, que puede ser controlado por la unidad de procesamiento de datos/almacenamiento de datos **112** del controlador **100** a través del puerto de transmisión de comandos **106**. Un operador ingresa los ajustes y las instrucciones para la producción por lotes, tales como tamaño de lote, contenido de agua, contenido de componentes secos, tiempo de mezcla y velocidad de mezcla, así como el comando para iniciar la producción por lotes, en el controlador **100** por medio de la pantalla de interfaz ser humano/máquina del controlador **102**, el panel de control **104** u otro dispositivo de entrada. El controlador **100** transmite un comando a través del puerto de transmisión de comandos **106** al regulador de la válvula de alimentación de polvo **40** y la válvula de alimentación de polvo **38**, y/o al regulador del alimentador de polvo **42**, para transferir los componentes secos del recipiente de polvo **30** a una entrada del alimentador de polvo **42**. Los componentes secos se transfieren de una salida del alimentador de polvo **42** al puerto de alimentación de polvo **12** del reactor por lotes y al interior del reactor por lotes **10**.

La cantidad de polvo que se transfiere del recipiente de polvo **30** al reactor por lotes **10** puede determinarse en función de la diferencia, antes y después de la transferencia, calculada por el sensor de medición de carga **20**. Por lo tanto, se pueden usar los datos del sensor de medición de carga **20** para controlar la transferencia de polvo del recipiente de polvo **30** al reactor por lotes **10**.

5 **[00067]** El controlador **100** transmite un comando a través del puerto de transmisión de comandos **106** al actuador de la válvula de agua **56**, y la válvula de agua **54**, para introducir agua del suministro de agua **50** en el reactor por lotes **10**. La cantidad de agua que se transfiere al reactor por lotes **10** puede obtenerse a través del sensor de flujo de agua **52** o determinarse en función de la diferencia, antes y después de la transferencia, calculada por el sensor de medición de carga **20**. Por lo tanto, se pueden usar los datos del sensor de medición de carga **20** para controlar el suministro de agua al reactor por lotes **10**. Se puede introducir líquido o componentes disueltos adicionales en el suministro de agua **50** o se los puede introducir en el reactor por lotes **10** desde un recipiente distinto equipado con una válvula y un actuador de válvula. El controlador **100** deriva la cantidad de material (o la masa o densidad) en el reactor por lotes **109** de los datos suministrados por el sensor **52**, y/o el sensor **20**.

15 **[00068]** El proceso de colocar los componentes de los lotes en el reactor por lotes **10** se denomina "carga". Una vez que todos los componentes del lote ingresaron al reactor por lotes **10** en las cantidades seleccionadas, el controlador **100** transmite un comando a través del puerto de transmisión de comandos al regulador del motor del reactor por lotes **18** para activar el motor del reactor por lotes **16** a fin de iniciar el proceso de mezcla dentro del reactor por lotes **10**. El controlador **100** regula el inicio, el final, la pausa, la duración y la intensidad de la mezcla. El controlador **100** también calcula y mantiene el valor de tiempo de mezcla restante. La intensidad de la mezcla está relacionada con la velocidad de rotación de la configuración de mezcla, y la configuración del ensamblaje de mezcla **17**, tal como las aspas o paletas de mezcla, dentro del reactor por lotes **10**. El reactor por lotes **10** puede contener un agitador de cualquier tipo conocido. El tamaño del lote, la duración de la mezcla y la intensidad de la mezcla de una combinación de componentes pueden seleccionarse en función de una tabla de calibración que relaciona combinaciones de tamaño de lote, tiempo de mezcla e intensidad de mezcla de una combinación particular de componentes para producir una lechada con una densidad especificada.

25 **[00069]** Durante la mezcla por lotes, el controlador **100** monitorea el contenido **68** del recipiente de producto **60**. El sensor de contenido del recipiente de producto **66** proporciona esta información al controlador **100** a través del puerto de adquisición de datos **108** de modo que la unidad de procesamiento de datos/almacenamiento de datos **112** pueda determinar la cantidad de producto en el recipiente de producto **60**. Si el recipiente de producto **60** no puede alojar un lote que se está mezclando, el controlador **100** transmite un comando al actuador del motor del reactor por lotes **18** para pausar la mezcla por lotes hasta que el recipiente de producto **60** pueda alojar el lote. Si no se está mezclando un lote y el recipiente de producto **60** no puede alojar el siguiente lote que se mezclará, la combinación de componentes y el inicio de la mezcla por lotes se retrasan hasta que el recipiente de producto **60** pueda alojar el lote. Por lo general, el recipiente **60** del proceso aloja al menos dos lotes producidos por el reactor por lotes **10**, por lo que no es necesario detener el proceso de mezcla por lotes durante la producción del lote inicial.

[00070] Una vez completada la mezcla por lotes, y si el recipiente de producto **60** puede alojar el contenido de la mezcladora por lotes **10**, el controlador **100** transmite un comando al actuador de la puerta del reactor por lotes **24** para abrir la puerta del reactor por lotes **22**. El contenido de la mezcladora por lotes **10** se transfiere de esta manera al recipiente de producto **60**. El recipiente de producto **60** puede estar equipado con un dispositivo vibrador del recipiente de producto **62** en comunicación con un actuador vibrador del recipiente de producto **64**. El dispositivo vibrador del recipiente de producto **62** puede alimentarse eléctrica o neumáticamente. El dispositivo vibrador del recipiente de producto **62** garantiza que la lechada permanezca en contacto con, y salga a través de, un puerto de salida del recipiente de producto **60**. La presencia de producto en el recipiente de producto **60**, detectable por el sensor de contenido del recipiente de producto **66**, puede ser recibida por el controlador **100** y usada por la unidad de procesamiento/almacenamiento de datos **112** para comunicar al actuador del dispositivo vibrador del recipiente de producto **64** un comando para comenzar el funcionamiento del dispositivo vibrador del recipiente de producto **62**.

[00071] La parte del proceso que se produce antes del inicio de la pulverización puede denominarse inicialización del sistema. Cuando hay producto en el recipiente de producto **60**, puede comenzar la pulverización de la lechada. El controlador **101** transmite comandos al regulador de la bomba de lechada **72** para controlar la velocidad de bombeo de la bomba de lechada **70** a fin de suministrar producto o lechada a la boquilla **80**, y al actuador de la válvula de suministro de aire **90** para controlar la velocidad del flujo de aire a través de la válvula de suministro de aire **88** y la manguera de aire **86** a fin de suministrar aire a la boquilla **80**. La lechada fluye de la bomba de lechada **70** a la boquilla **80** a través de la manguera de lechada **76**; el aire fluye a través de la manguera de aire **86** a la boquilla **80**. El sensor de flujo de aire **92** transmite información sobre la velocidad de flujo al controlador **100**; el controlador **100** transmite comandos al actuador de la válvula de suministro de aire **90** del regulador de la bomba de lechada **72** para equilibrar las velocidades de flujo a través de la bomba de lechada **70** y la manguera de aire **86** a fin de que la lechada se pulverice desde la boquilla **80** a la presión deseada. El operador puede ajustar la velocidad de bombeo de la bomba de lechada **70** en cualquier momento del proceso al ingresar un comando a través de la pantalla de interfaz ser humano/máquina del controlador **102** o a través del panel de control **104**, o al manipular el actuador de la válvula de suministro de aire **90**; en ciertas configuraciones del aparato, la velocidad de bombeo de la bomba de lechada **70** se mantiene a una relación fija con la velocidad del flujo de aire a través de la válvula de suministro de aire **88**. La unidad de procesamiento de datos/almacenamiento de datos **112** puede configurarse de modo de generar una relación de la velocidad de flujo a través de la bomba de lechada **70** con respecto a la velocidad de flujo a través de la manguera de aire **86** y de modo de mantener la relación de la velocidad de flujo de la bomba de lechada y la velocidad de flujo de la manguera de aire cuando la velocidad de flujo de la manguera de aire se altera. El operador puede detener el funcionamiento de la bomba de lechada **70** al ingresar un comando de "detención" a través de la pantalla de interfaz ser humano/máquina del controlador **102** o a través del panel de control **104**, o al manipular el actuador de la válvula de suministro de aire **90**; en ciertas configuraciones del aparato, la bomba de lechada **70** se apaga cuando se detiene el flujo de aire a

través de la válvula de suministro de aire **88**. En ciertas configuraciones del dispositivo de producción por lotes y aplicación continua **2**, la desactivación de la bomba de lechada **70** y/o el suministro de aire después de la inicialización del sistema bloquea el inicio de un proceso por lotes en la mezcladora por lotes **10**. Los datos proporcionados por el sensor de contenido del recipiente de producto **66** pueden ser recibidos por el controlador **100** y usados por la unidad de procesamiento/almacenamiento de datos **112** para bloquear el inicio del procesamiento por lotes en la mezcladora por lotes **10** o la introducción de los componentes de la formulación en la mezcladora por lotes **10** si el recipiente de producto **60** no puede alojar un nuevo lote.

[00072] Un proceso que usa el dispositivo descrito en la presente para la producción por lotes de una composición refractaria y la aplicación continua de esta sobre una superficie puede incluir las siguientes etapas:

[00073] (a) proporcionar un dispositivo de producción por lotes y aplicación continua **2** de acuerdo con la reivindicación 1;

[00074] (b) proporcionar instrucciones al controlador **100**;

[00075] (c) utilizar la unidad de procesamiento/almacenamiento de datos **112**, el regulador de la válvula de alimentación de polvo **40** y la válvula de alimentación de polvo **38**, así como los datos del sensor de contenido del recipiente de producto **66**, para controlar la transferencia de polvo del recipiente de polvo **30** al reactor por lotes **10** para cargar el reactor por lotes **10**;

[00076] (d) utilizar la unidad de procesamiento/almacenamiento de datos **112**, el regulador del motor del reactor por lotes **18**, el motor del reactor por lotes **16** y los datos del sensor de contenido del recipiente de producto **66** para activar, controlar y desactivar el ensamblaje de mezcla **17** en el reactor por lotes **10** a fin de procesar el polvo para formar un producto;

[00077] (e) utilizar la unidad de procesamiento/almacenamiento de datos **112**, el actuador de la puerta del reactor por lotes **24** y la puerta del reactor por lotes **22**, así como los datos del sensor de contenido del recipiente de producto **66**, para llevar el producto del reactor por lotes **10** al recipiente de producto **60**;

[00078] (f) transferir el producto del recipiente de producto **60** a una boquilla **80**;

[00079] (g) proporcionar aire a la boquilla **80**;

[00080] (h) combinar el producto con aire dentro de la boquilla **80**;

[00081] (h) pulverizar la combinación de aire y producto; y

[00082] (i) repetir las etapas (c), (d) y (e) para generar un suministro continuo de producto.

[00083] La etapa (c) puede incluir además (c') utilizar la unidad de procesamiento/almacenamiento de datos **112**, el actuador de la válvula de agua **56**, la válvula de agua **54** y los datos del sensor de contenido del recipiente de producto **66** para controlar la entrada de agua al reactor por lotes **10**.

[00084] La etapa (c) puede incluir la limitación de que la transferencia de polvo del recipiente de polvo **30** al reactor por lotes **10** y la entrada de agua al reactor por lotes **10** se habilitan si la unidad de procesamiento/almacenamiento de datos **112** determina que el reactor por lotes **10** no está cargado y que el recipiente de producto **60** puede alojar el producto que se producirá con el polvo y el agua que ingresarán al reactor por lotes **10**, y que se está produciendo al menos una de inicialización de sistema

(en la que un producto se produce al comienzo de la operación antes de que pueda comenzar la pulverización) y pulverización.

[00085] La etapa (d) puede incluir:

[00086] activar el ensamblaje de mezcla **17** si la unidad de procesamiento/almacenamiento de datos **122** determina que la bomba de lechada **70** está activada, que el reactor por lotes **10** está cargado y que el recipiente de producto **60** puede alojar el contenido del reactor por lotes **10**;

[00087] activar el ensamblaje de mezcla **17** durante la inicialización de sistema si el reactor por lotes **10** está cargado y el recipiente de producto **60** puede alojar el contenido del reactor por lotes **10**;

[00088] pausar el ensamblaje de mezcla **17** si la unidad de procesamiento/almacenamiento de datos **122** determina que la bomba de lechada **70** está activada, que el reactor por lotes **10** está cargado y que el recipiente de producto **60** no puede alojar el contenido del reactor por lotes **10**;

[00089] desactivar el ensamblaje de mezcla **17** si la unidad de procesamiento/almacenamiento de datos **122** determina que el procesamiento por lotes se completó; y

[00090] desactivar el ensamblaje de mezcla **17** si la unidad de procesamiento/almacenamiento de datos **122** determina que la bomba de lechada **70** está desactivada.

[00091] Se pueden usar los datos del sensor de medición de carga **20** para controlar la transferencia de polvo del recipiente de polvo **30** al reactor por lotes **10** para cargar el reactor por lotes **10**, y para controlar el suministro de agua al reactor por lotes **10**.

EJEMPLO

[00092] El dispositivo de producción por lotes y aplicación continua **2** es capaz de producir, a partir una sola mezcla de componentes, lechadas refractarias con un rango de densidades. Las diversas densidades se producen al mezclar los componentes con valores particulares en rangos de tiempos y velocidades de mezcla. Un tabla de calibración que muestra densidades de lechada producidas para diversas combinaciones de tiempos de mezcla, velocidades de mezcla y presiones de pulverización permite la programación del dispositivo, y el ingreso de instrucciones, para producir una formulación con una densidad deseada.

Ejemplo 1:

[00093] La siguiente tabla muestra los resultados de los experimentos realizados para correlacionar la velocidad de la mezcladora del reactor por lotes y el tiempo de agitación con las densidades como una función de la reducción de la densidad. La densidad inicial de esta formulación con el uso de una mezcladora continua convencional es de aproximadamente 120 lb/ft³ (1920 kg/m³). La mezcla de componentes secos contenía 93% de material refractario, 0.25% de tensioactivo aniónico y materiales aglutinantes. La mezcla de componentes secos se mezcló con agua para producir una lechada que contenía 20% en peso de agua. Lotes de 200 lb (90 kg) de componentes secos mezclados se mezclaron por lotes durante 7 minutos. Luego se agregó agua, y los lotes se mezclaron durante los períodos de tiempo y a las velocidades que se muestran en la TABLA I. Se obtuvieron las densidades de las lechadas al momento de sacarlas de la mezcladora por lotes o después de la pulverización, como se indica en la tabla.

TABLA I Relación de la velocidad de mezcla, el tiempo de mezcla y la presión de pulverización con respecto a la densidad

	Velocidad de mezcla (RPM)	Tiempo de mezcla (min)	Densidad	Muestra
5	42	3	1540 kg/m ³ 96.0 lb/ft ³	Fuera de la mezcladora
	42	5	1450 kg/m ³ 90.7 lb/ft ³	Fuera de la mezcladora
	42	8	1370 kg/m ³ 85.4 lb/ft ³	Fuera de la mezcladora
10	42	8	1530 kg/m ³ 95.7 lb/ft ³	Pulverización de 20 lb/in ² (140 kPa)
	42	8	1690 kg/m ³ 105.5 lb/ft ³	Pulverización de 30 lb/in ² (210 kPa)
	42	8	1740 kg/m ³ 108.8 lb/ft ³	Pulverización de 35 lb/in ² (240 kPa)
15	42	8	1610 kg/m ³ 100.4 lb/ft ³	Pulverización de 15 lb/in ² (103 kPa)
	84	5	1310 kg/m ³ 81.6 lb/ft ³	Fuera de la mezcladora
	84	5	1790 kg/m ³ 111.6 lb/ft ³	Pulverización de 20 lb/in ² (140 kPa)
20	84	5	1590 kg/m ³ 99.5 lb/ft ³	Pulverización de 10 lb/in ² (69 kPa)
	84	2.5	1560 kg/m ³ 97.44 lb/ft ³	Fuera de la mezcladora
	84	2.5	1700 kg/m ³ 106.44 lb/ft ³	Pulverización de 20 lb/in ² (140 kPa)
25	84	2.5	1570 kg/m ³ 97.8 lb/ft ³	Pulverización de 10 lb/in ² (69 kPa)

[00094] Elementos:

- 30 2. Dispositivo de producción por lotes y aplicación continua
- 10. Reactor por lotes
- 12. Puerto de alimentación de polvo del reactor por lotes
- 14. Entrada de alimentación de agua del reactor por lotes
- 16. Motor del reactor por lotes
- 35 17. Ensamblaje de mezcla
- 18. Regulador del motor del reactor por lotes
- 20. Sensor de medición de carga
- 22. Puerta del reactor por lotes

- 24. Actuador de la puerta del reactor por lotes
- 30. Recipiente de polvo
- 32. Dispositivo vibrador del recipiente de polvo
- 34. Actuador del dispositivo vibrador del recipiente de polvo
- 5 38. Válvula de alimentación de polvo
- 40. Regulador de la válvula de alimentación de polvo
- 42. Alimentador de polvo
- 44. Regulador del alimentador de polvo
- 50. Suministro de agua
- 10 52. Sensor de flujo de agua
- 54. Válvula de agua
- 56. Actuador de la válvula de agua
- 60. Recipiente de producto
- 62. Dispositivo vibrador del recipiente de producto
- 15 64. Actuador del dispositivo vibrador del recipiente de producto
- 66. Sensor de contenido del recipiente de producto
- 68. Contenido del recipiente de producto
- 70. Bomba de lechada
- 72. Regulador de la bomba de lechada
- 20 76. Manguera de lechada
- 80. Boquilla
- 86. Manguera de aire
- 88. Válvula de suministro de aire
- 90. Actuador de la válvula de suministro de aire
- 25 92. Sensor de flujo de aire
- 100. Controlador
- 101. Conexiones de controlador
- 102. Pantalla de interfaz ser humano/máquina del controlador
- 104. Panel de control
- 30 106. Puerto de transmisión de comandos
- 108. Puerto de adquisición de datos
- 112. Unidad de procesamiento de datos/almacenamiento de datos

ASPECTOS DE LA INVENCION

[00095] Diversos aspectos de la invención incluyen, entre otras, las siguientes cláusulas numeradas.

- 35 **[00096]** 1. Un dispositivo de producción por lotes y aplicación continua **2**, que comprende:
 un recipiente de polvo **30** que tiene una salida;
 una válvula de alimentación de polvo **38** ubicada en la salida del recipiente de polvo;
 un regulador de la válvula de alimentación de polvo **40** en comunicación de control con la válvula de

alimentación de polvo **38**;

un reactor por lotes **10** que comprende una entrada **12**, una puerta **22**, un motor del reactor por lotes **16**, un ensamblaje de mezcla **17**, un regulador del motor del reactor por lotes **18**, una puerta **22** y un actuador de la puerta del reactor por lotes **24**; en donde la salida del recipiente de polvo **30** está en comunicación con la entrada **12** del reactor por lotes; en donde el regulador del motor del reactor por lotes **18** está en comunicación de control con un motor del reactor por lotes **16**; en donde el motor del reactor por lotes **16** está en comunicación mecánica con el ensamblaje de mezcla **17**; y en donde un actuador de la puerta del reactor por lotes **24** está en comunicación de control con la puerta **22**;

un recipiente de producto **60** que tiene una entrada y una salida, en donde la entrada del recipiente de producto **60** está configurada para recibir el contenido del reactor por lotes **10** que pasa a través de la puerta **22**;

un sensor de contenido del recipiente de producto **66** en comunicación de detección con la cantidad de contenido **68** del recipiente de producto **60**;

un controlador **100** que comprende una unidad de procesamiento/almacenamiento de datos **112**; en donde la unidad de procesamiento/almacenamiento de datos **112** está en comunicación de recepción con el sensor de contenido del recipiente de producto **66**, en donde la unidad de procesamiento/almacenamiento de datos **112** está en comunicación de control con el regulador de la válvula de alimentación de polvo **40**; en donde la unidad de procesamiento/almacenamiento de datos **112** está en comunicación de control con el regulador del motor del reactor por lotes **18**; y en donde la unidad de procesamiento/almacenamiento de datos **112** está en comunicación de control con el actuador de la puerta del reactor por lotes **24**;

una boquilla **80** que tiene una entrada y una salida, en donde la entrada de la boquilla recibe lo que sale de la salida del recipiente de producto **60**; en donde la entrada de la boquilla recibe lo que sale de una manguera de aire **86**; y en donde el flujo de aire en la manguera de aire **86** está regulado por la válvula de suministro de aire **88** y controlado por un actuador de la válvula de suministro de aire **90**.

[00097] 2. Un dispositivo de producción por lotes y aplicación continua **2** de acuerdo con la cláusula 1, que comprende, además:

un alimentador de polvo **42** que comprende una entrada y una salida, en donde la salida del recipiente de polvo **30** está en comunicación con la entrada del alimentador de polvo **42**, en donde la salida del alimentador de polvo **42** está en comunicación con la entrada **14** del reactor por lotes **10**; y

un regulador del alimentador de polvo **44**, en donde el alimentador de polvo **44** está en comunicación de control con el alimentador de polvo **42**; y en donde la unidad de procesamiento/almacenamiento de datos **112** está en comunicación de control con el regulador del alimentador de polvo **44**.

[00098] 3. Un dispositivo de producción por lotes y aplicación continua **2** de acuerdo con cualquiera de las cláusulas 1 y 2, que comprende, además:

una bomba de lechada **70** que comprende una entrada y una salida, en donde la entrada de la bomba de lechada **70** está en comunicación con la salida del recipiente de producto **60**; en donde la salida de la bomba de lechada **70** está en comunicación con la entrada de la boquilla **80**; y

un regulador de la bomba de lechada **72**; en donde el regulador de la bomba de lechada **72** está en comunicación de control con la bomba de lechada **70**; en donde la unidad de procesamiento/almacenamiento de datos **112** está en comunicación de control con el regulador de la bomba de lechada **72**.

- 5 **[00099]** 4. Un dispositivo de producción por lotes y aplicación continua **2** de acuerdo con cualquiera de las cláusulas 1-3, que comprende, además:

una válvula de agua **54**;

un suministro de agua **50**, en donde el suministro de agua **50** se extiende a través de la válvula de agua **54** hacia una entrada de alimentación de agua **14** del reactor por lotes **10**; y

- 10 un actuador de la válvula de agua **56**; en donde el actuador de la válvula de agua **56** está en comunicación de control con la válvula de agua **54**, y en donde la unidad de procesamiento/almacenamiento de datos **112** está en comunicación de control con el actuador de la válvula de agua **56**.

- [000100]** 5. Un dispositivo de producción por lotes y aplicación continua **2** de acuerdo con cualquiera de las cláusulas 1 a 4, que comprende, además:

15 un sensor de flujo de agua **52** en comunicación de detección con el suministro de agua **50**, en donde la unidad de procesamiento/almacenamiento de datos **112** está en comunicación de recepción con el sensor de flujo de agua **52**.

- [000101]** 6. Un dispositivo de producción por lotes y aplicación continua **2** de acuerdo con cualquiera de las cláusulas 1 a 5, en donde la unidad de procesamiento/almacenamiento de datos **112** está configurada para procesar los datos recibidos del sensor de contenido del recipiente de producto **66** a fin de controlar el regulador de la válvula de alimentación de polvo **40**, el actuador de la válvula de agua **56** y el regulador del motor del reactor por lotes **18**.

- [000102]** 7. Un dispositivo de producción por lotes y aplicación continua **2** de acuerdo con cualquiera de las cláusulas 1 a 6, que comprende, además:

25 un sensor de medición de carga **20** en comunicación de detección con el reactor por lotes **10**, en donde la unidad de procesamiento/almacenamiento de datos **112** está en comunicación de recepción con el sensor de medición de carga **20**.

- [000103]** 8. Un dispositivo de producción por lotes y aplicación continua **2** de acuerdo con cualquiera de las cláusulas 1 a 7, que comprende, además:

30 un dispositivo vibrador del recipiente de polvo **32** en comunicación con recipiente de polvo **30**,

un actuador del dispositivo vibrador del recipiente de polvo **34**; en donde el actuador del dispositivo vibrador del recipiente de polvo **34** está en comunicación de control con el dispositivo vibrador del recipiente de polvo **32**;

- 35 un dispositivo vibrador del recipiente de producto **62** en comunicación con el recipiente de producto **60**, y un actuador vibrador del recipiente de producto **64**, en donde el actuador vibrador del recipiente de producto **64** está en comunicación de control con el dispositivo vibrador del recipiente de producto **62**.

[000104] 9. Un dispositivo de producción por lotes y aplicación continua **2** de acuerdo con

cualquiera de las cláusulas 1 a 8, en donde:

la unidad de procesamiento de datos/almacenamiento de datos **112** está configurada para generar una relación de la velocidad de flujo a través de la bomba de lechada **70** con respecto a la velocidad de flujo a través de la manguera de aire **86** y para mantener la relación de la velocidad de flujo de la bomba de lechada y la velocidad de flujo de la manguera de aire cuando la velocidad de flujo de la manguera de aire se altera.

[000105] 10. Un dispositivo de producción por lotes y aplicación continua **2** de acuerdo con cualquiera de las cláusulas 1 a 9, en donde:

el motor del reactor por lotes **16** está configurado para suministrar al menos 7500 watts de potencia mecánica al ensamblaje de mezcla **17**.

[000106] 11. Un proceso para la producción por lotes y la aplicación continua de una formulación refractaria, que comprende:

(a) proporcionar un dispositivo de producción por lotes y aplicación continua **2** de acuerdo con la cláusula 1;

(b) proporcionar instrucciones al controlador **100**;

(c) utilizar la unidad de procesamiento/almacenamiento de datos **112**, el regulador de la válvula de alimentación de polvo **40** y la válvula de alimentación de polvo **38**, así como los datos del sensor de contenido del recipiente de producto **66**, para controlar la transferencia de un polvo del recipiente de polvo **30** al reactor por lotes **10** para cargar el reactor por lotes **10**;

(d) utilizar la unidad de procesamiento/almacenamiento de datos **112**, el regulador del motor del reactor por lotes **18**, el motor del reactor por lotes **16** y los datos del sensor de contenido del recipiente de producto **66** para activar, controlar y desactivar el ensamblaje de mezcla **17** en el reactor por lotes **10** a fin de procesar el polvo para formar un producto;

(e) utilizar la unidad de procesamiento/almacenamiento de datos **112**, el actuador de la puerta del reactor por lotes **24** y la puerta del reactor por lotes **22**, así como los datos del sensor de contenido del recipiente de producto **66**, para llevar el producto del reactor por lotes **10** al recipiente de producto **60**;

(f) transferir el producto del recipiente de producto **60** a una boquilla **80**;

(g) proporcionar aire a la boquilla **80**;

(h) combinar el producto con aire dentro de la boquilla **80**;

(i) pulverizar la combinación de aire y producto; y

(j) repetir las etapas (c), (d) y (e) para generar un suministro continuo de producto.

[000107] 12. Un proceso para la producción por lotes y la aplicación continua de una formulación refractaria de acuerdo con la cláusula 11, en donde el dispositivo de procesamiento por lotes y aplicación continua **2** comprende además un suministro de agua **50**, una válvula de agua **54** y un actuador de la válvula de agua **56**, en donde el reactor por lotes **10** comprende además una entrada de alimentación de agua **14** del reactor por lotes; en donde el suministro de agua **50** se extiende a través de la válvula de agua **54** a la entrada de alimentación de agua **14** del reactor por lotes; en donde el actuador de la válvula de agua **56** está en comunicación de control con la válvula de agua **54**, y en donde la unidad de

procesamiento/almacenamiento de datos **112** está en comunicación de control con el actuador de la válvula de agua **56**; y en donde la etapa (c) comprende además:

(c') utilizar la unidad de procesamiento/almacenamiento de datos **112**, el actuador de la válvula de agua **56**, la válvula de agua **54** y los datos del sensor de contenido del recipiente de producto **66** para controlar la entrada de agua al reactor por lotes **10**.

[000108] 13. Un proceso para la producción por lotes y la aplicación continua de una formulación refractaria de acuerdo con cualquiera de las cláusulas 11 a 12, en donde la transferencia de polvo del recipiente de polvo **30** al reactor por lotes **10** y la entrada de agua al reactor por lotes **10** se habilitan si la unidad de procesamiento/almacenamiento de datos **112** determina que el reactor por lotes **10** no está cargado y que el recipiente de producto **60** puede alojar el producto que se producirá con el polvo y el agua que ingresarán al reactor por lotes **10**, y que se está produciendo al menos una de una inicialización de sistema y una pulverización.

[000109] 14. Un proceso para la producción por lotes y la aplicación continua de una formulación refractaria de acuerdo con cualquiera de las cláusulas 11 a 13, en donde el dispositivo de procesamiento por lotes y aplicación continua **2** comprende además una bomba de lechada **70** que comprende una entrada y una salida; en donde el dispositivo **2** comprende además un regulador de la bomba de lechada **72**; en donde la entrada de la bomba de lechada **70** está en comunicación con la salida del recipiente de producto **60**; en donde la salida de la bomba de lechada **70** está en comunicación con la entrada de la boquilla **80**; y en donde el regulador de la bomba de lechada **72** está en comunicación de control con la bomba de lechada **70**; en donde la unidad de procesamiento/almacenamiento de datos **112** está en comunicación de control con el regulador de la bomba de lechada **72**; y en donde la etapa (d) comprende: activar el ensamblaje de mezcla **17** si la unidad de procesamiento/almacenamiento de datos **122** determina que la bomba de lechada **70** está activada, que el reactor por lotes **10** está cargado y que el recipiente de producto **60** puede alojar el contenido del reactor por lotes **10**;

activar el ensamblaje de mezcla **17** durante una inicialización de sistema si el reactor por lotes **10** está cargado y el recipiente de producto **60** puede alojar el contenido del reactor por lotes **10**;

pausar el ensamblaje de mezcla **17** si la unidad de procesamiento/almacenamiento de datos **122** determina que la bomba de lechada **70** está activada, que el reactor por lotes **10** está cargado y que el recipiente de producto **60** no puede alojar el contenido del reactor por lotes **10**;

desactivar el ensamblaje de mezcla **17** si la unidad de procesamiento/almacenamiento de datos **122** determina que el procesamiento por lotes se completó;

desactivar el ensamblaje de mezcla **17** si la unidad de procesamiento/almacenamiento de datos **122** determina que la bomba de lechada **70** está desactivada.

[000110] 15. Un proceso para la producción por lotes y la aplicación continua de una formulación refractaria de acuerdo con la cláusula 12, en donde el dispositivo de procesamiento por lotes y aplicación continua **2** comprende además un sensor de medición de carga **20** en comunicación de detección con el reactor por lotes **10**, en donde la unidad de procesamiento/almacenamiento de datos **112** está en comunicación de recepción con el sensor de medición de carga **20**; y

en donde los datos del sensor de medición de carga **20** se usan para controlar la transferencia de polvo del recipiente de polvo **30** al reactor por lotes **10** para cargar el reactor por lotes **10**, y para controlar el suministro de agua al reactor por lotes **10**.

* * * *

5 **[000111]** La invención puede comprender, consistir en o consistir esencialmente en las diversas características descritas en la presente memoria descriptiva. En algunos casos, la invención también puede estar esencialmente libre de un componente u otra característica que se describe en la presente memoria descriptiva.

10 **[000112]** Además, cualquier rango numérico indicado en la presente memoria descriptiva incluye los valores límite indicados y describe todos los subrangos de la misma precisión numérica (es decir, que tienen la misma cantidad de dígitos especificados) subsumidos dentro del rango indicado. Por ejemplo, un rango indicado de "1.0 a 10.0" describe todos los subrangos entre (y que incluyen) el valor mínimo indicado de 1.0 y el valor máximo indicado de 10.0, tales como, por ejemplo, "2.4 a 7.6", incluso si el rango de "2.4 a 7.6" no se indica expresamente en el texto de la memoria descriptiva. En consecuencia,
15 el solicitante se reserva el derecho a modificar la presente memoria descriptiva, incluso las reivindicaciones, con el fin de indicar expresamente cualquier subrango de la misma precisión numérica subsumido dentro de los rangos indicados expresamente en la presente memoria descriptiva. Todos estos rangos se describen inherentemente en la presente memoria descriptiva de modo que cualquier modificación para indicar expresamente cualquier subrango tal será conforme a la descripción escrita,
20 suficiencia de la descripción y requisitos de la materia agregados (por ejemplo, 35 U.S.C. § 112(a) y el artículo 123(2) EPC).

[000113] Los artículos gramaticales "un", "una", "el" y "la", como se usan en la presente memoria descriptiva, pretenden incluir "al menos uno", "al menos una", "uno o más" o "una o más", a menos que el contexto indique o requiera lo contrario. Por lo tanto, los artículos se usan en la presente memoria
25 descriptiva para referirse a uno o más de uno (es decir, a "al menos uno") de los objetos gramaticales del artículo. A modo de ejemplo, "un componente" significa uno o más componentes, y, por ende, posiblemente se contemple y pueda usarse o emplearse más de un componente en una implementación de la invención. Además, el uso de un sustantivo singular incluye el plural, y el uso de un sustantivo plural incluye el singular, a menos que el contexto del uso requiera lo contrario.