

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 746 826**

51 Int. Cl.:

B28B 1/00 (2006.01)

B28B 3/20 (2006.01)

C04B 28/02 (2006.01)

C04B 40/00 (2006.01)

B29C 64/106 (2007.01)

B33Y 70/00 (2015.01)

B33Y 10/00 (2015.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.06.2016** **E 16290112 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.06.2019** **EP 3260258**

54 Título: **Control en línea de la reología de un material de construcción para impresión en 3D**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
09.03.2020

73 Titular/es:

HOLCIM TECHNOLOGY LTD (100.0%)
Zürcherstrasse 156
8645 Jona, CH

72 Inventor/es:

ESNAULT, VIVIEN;
JEZEQUEL, PIERRE-HENRI;
TOUSSAINT, FABRICE y
LABYAD, ABDELLAZIZ

74 Agente/Representante:

CURELL SUÑOL, S.L.P.

ES 2 746 826 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

Control en línea de la reología de un material de construcción para impresión en 3D.

5 La invención se refiere a un procedimiento de colocación de un material de construcción capaz de fluir que comprende un aglutinante hidráulico para construir unos componentes estructurales capa por capa, tal como para impresión de hormigón o mortero en 3D.

10 El documento US 2015/072068 A1 divulga un procedimiento de colocación de un material de construcción capaz de fluir que comprende un aglutinante hidráulico para construir unos componentes estructurales capa por capa, tal como para impresión de hormigón en 3D, comprendiendo dicho procedimiento: transportar el material de construcción capaz de fluir a un cabezal de deposición y colocar el material de construcción a través de una salida del cabezal de deposición con el fin de formar una capa de material de construcción.

15 La impresión en 3D es una técnica de construcción que se denomina habitualmente “fabricación aditiva” y consiste en unir material para producir objetos, capa sobre capa, a partir de datos de modelado en 3D u otra fuente de datos electrónica. En particular, se forman unas capas de material sucesivas mediante el control por ordenador por medio de un robot industrial. Ya se ha propuesto desarrollar unas impresoras 3D capaces de producir edificios estructurales a partir de un material de construcción que puede ser un mortero o un hormigón. Según estas
20 propuestas, el material de construcción se extruye a través de una boquilla para construir unos componentes estructurales capa por capa sin la utilización de encofrado o cualquier vibración posterior. La posibilidad de construir estructuras sin encofrado es una gran ventaja en cuanto a velocidad de producción, libertad arquitectónica y reducción de costes.

25 Habitualmente, la impresión en 3D de materiales de construcción es un procedimiento continuo que comprende transportar hormigón o mortero fresco en un cabezal de deposición y colocar el material de construcción a través de una salida del cabezal de deposición con el fin de formar una capa de hormigón. Cuando se coloca el hormigón o el mortero, el cabezal de deposición se mueve mediante control por ordenador con el fin de crear una capa de
30 construcción según el modelo en 3D subyacente. En particular, el cabezal de deposición coloca una cinta de material de hormigón o mortero fresco. Para permitir un movimiento uniforme del hormigón o mortero fresco a través de cada parte del procedimiento de suministro al cabezal de deposición, debe garantizarse una reología continua del material fresco.

35 Sin embargo, el material de construcción no solo debe ser lo suficientemente fluido con fines de transporte y extrusión, sino también lo suficientemente firme con el fin de proporcionar la estabilidad mecánica requerida de la estructura impresa en 3D antes de que se endurezca el aglutinante hidráulico. En particular, las capas inferiores del material de construcción deben sostener la carga impuesta por las capas superiores sin derrumbarse. Por tanto, el experto en la materia tenderá a monitorizar el endurecimiento y asentamiento del material a lo largo del tiempo. El material debe asentarse lo suficientemente pronto y endurecerse lo suficiente para sostener el peso de
40 las capas colocadas posteriormente. Sin embargo, el endurecimiento del material requiere, normalmente, un tiempo prolongado, lo que no solo da como resultado un tiempo de producción prolongado, sino también una disminución de la resistencia de aglutinación entre las capas. Con el fin de mejorar la resistencia de aglutinación entre las capas, sería beneficioso colocar una capa mientras la capa anterior todavía está fresca. Esto, a su vez, presenta la desventaja, de que una capa de hormigón recién colocado no presenta una resistencia mecánica
45 adecuada capaz de sostener el peso de las capas colocadas posteriormente.

Por tanto, la presente invención tiene el objetivo de mejorar un procedimiento de impresión en 3D del tipo definido inicialmente para superar los problemas anteriormente mencionados. En particular, la invención presenta el
50 objetivo de proporcionar una composición hidráulica específica y un procedimiento que permita un rápido progreso de construcción con cortos lapsos de tiempo entre la colocación de capas sucesivas de material de construcción y que, al mismo tiempo, proporcione una resistencia mecánica suficiente de las capas que pueda sostener el peso de las capas colocadas posteriormente.

55 Con el fin de alcanzar este objetivo, el procedimiento según la invención comprende las características según la reivindicación 1.

Por tanto, la invención se basa en el concepto de que la capacidad de las capas colocadas para sostener su propio peso está relacionada con su reología y, más particularmente, a su límite elástico. Durante la construcción capa
60 por capa de una estructura, la primera capa colocada es sometida a la carga más pesada. Con el fin de garantizar la estabilidad estructural durante el procedimiento, el límite elástico debe ser suficiente para sostener esta carga. Al añadir un agente de modificación de reología al material de construcción capaz de fluir poco antes de la colocación del material, el material de construcción retiene su capacidad de flotar a una tensión de cizalladura relativamente baja en su estado fresco con respecto al cabezal de deposición, pero recibe un límite elástico lo
65 suficientemente elevado cuando se coloca para impedir que el material se derrumbe bajo su propio peso o el peso de las siguientes capas. Por tanto, el procedimiento de la invención combina dos características aparentemente opuestas: el material de construcción es fácil de bombear y presenta un aumento de límite elástico una vez que se

coloca el material.

El material de construcción puede ser un mortero, es decir una mezcla de un aglutinante hidráulico, componentes minerales posiblemente adicionales, tales como piedra caliza molida, agua, arena, y aditivos químicos.

5

El material de construcción también puede ser hormigón, es decir una mezcla de un aglutinante hidráulico, componentes minerales posiblemente adicionales, tales como piedra caliza molida, agua, arena, gravilla, y aditivos químicos.

10

En una forma de realización preferida, el material de construcción es un hormigón de ultra alto rendimiento capaz de fluir, es decir una mezcla de cemento, material de piedra caliza fino, microarena y/o arena, un aditivo reductor de agua de alto rango, posiblemente un aditivo de aceleración, y agua, que desarrolla una resistencia a compresión en 28 días de por lo menos 100 MPa.

15

El agente de modificación de reología puede añadirse al material de construcción justo antes de alcanzar el cabezal de deposición o en el cabezal de deposición.

20

Preferentemente, el agente de modificación de reología y el material de construcción se mezclan entre sí antes de colocar el material de construcción, en el que un elemento de mezclado estático se utiliza, preferentemente, para el mezclado.

25

Preferentemente, el agente de modificación de reología es añadido manera continua al flujo de material de construcción transportado de manera que se logre un procedimiento continuo. Preferentemente, no solo se lleva a cabo de manera continua la adición del agente de modificación de reología, sino también el mezclado del agente de modificación de reología con el flujo de material de construcción transportado, de modo que puede lograrse una deposición continua de la mezcla de material de construcción y el agente de modificación de reología al tiempo que se mueve el cabezal de deposición según los datos en 3D subyacentes.

30

La cantidad de agente de modificación de reología que es añadida manera continua al flujo de material de construcción por unidad de tiempo se controla, preferentemente, con el fin de ajustar una relación definida de agente de modificación de reología y material de construcción en la mezcla final que se coloca capa por capa. En particular, la velocidad de flujo del material de construcción que se transporta al cabezal de deposición se mide y la velocidad de flujo del agente de modificación de reología añadido al flujo de material de construcción se ajusta para lograr la relación definida. Alternativamente, se ajusta una velocidad de flujo fija del material de construcción transportado al cabezal de deposición y se selecciona la velocidad de flujo del agente de modificación de reología añadido al flujo de material de construcción para lograr la relación definida.

35

Según la invención, la etapa de colocación del material de construcción comprende extruir el material de construcción en una forma pastosa a través de una boquilla del cabezal de deposición.

40

La cantidad de agente de modificación de reología añadido al material de construcción se selecciona de manera que una capa de material colocado presenta una estabilidad suficiente para no derrumbarse bajo su propio peso o el peso de capa(s) posterior(es) colocadas encima. En relación con lo anterior, un modo de funcionamiento consiste en que, tras la colocación de una primera capa de material de construcción, por lo menos una capa posterior de material de construcción se coloca sobre la primera capa, en el que la cantidad de agente de modificación de reología añadido al material de construcción se selecciona para aumentar el límite elástico de modo que la primera capa no se derrumba bajo la carga de dicha por lo menos una capa posterior.

45

En relación con lo anterior, la expresión "no se derrumba" significa que la altura de la capa no se reduce más del 10%, preferentemente más del 5%, bajo la carga de dicha por lo menos una capa posterior.

50

Dado que el procedimiento de la invención presenta el objetivo de permitir un progreso de construcción rápido, los criterios de estabilidad anteriores deben cumplirse, preferentemente, a una velocidad de construcción mínima tal como se define por un lapso de tiempo máximo entre la colocación de dos capas posteriores de material. Según un modo de funcionamiento preferido, se permite reposar al material de construcción de la primera capa durante un periodo de tiempo de no más de 2 minutos, preferentemente durante un periodo de tiempo comprendido entre 30 y 60 segundos, antes de colocar el material de construcción de una capa posterior sobre dicho material de construcción de la primera capa.

55

Según una forma de realización preferida de la invención, el límite elástico del material de construcción recién colocado está comprendido entre 600 y 4000 Pa. Por tanto, preferentemente, se procede de manera que la cantidad de agente de modificación de reología añadido al material de construcción se selecciona para aumentar el límite elástico a entre 600 y 4000 Pa. El límite elástico se mide con un escisómetro. Un escisómetro consiste en una hélice sumergida en el material que va a someterse a prueba y al que se aplica un par en aumento. Cuando se produce un fallo en el material, la hélice comienza a rotar, generalmente a medida que el par alcanza su valor máximo, lo que se considera el valor característico representativo del límite elástico del material. La medición del

60

65

límite elástico se lleva a cabo, preferentemente, de 30 a 60 segundos tras haber colocado el material.

La adición de un agente de modificación de reología según la invención da como resultado que la propiedad de aumento de límite elástico se alcance casi instantáneamente tras la colocación, es decir, antes de haberse producido el endurecimiento. Por tanto, el aumento de límite elástico que se logra mediante la invención es independiente del procedimiento de endurecimiento del aglutinante hidráulico del material de construcción. Por tanto, la invención generalmente se realiza sin controlar ni acelerar el procedimiento de endurecimiento.

Sin embargo, en una forma de realización preferida de la invención, pueden lograrse resultados incluso mejores acelerando adicionalmente el procedimiento de endurecimiento. Esto permite aumentar adicionalmente la velocidad de construcción. En particular, preferentemente, se añade una sal aceleradora de asentamiento o endurecimiento, tal como, por ejemplo, cloruro de sodio, cloruro de calcio, hidróxido de aluminio, sulfato de alumbre de potasio, silicato de sodio, nitrato de calcio y/o nitrito de calcio, tiocianato de sodio y/o calcio al aglutinante hidráulico antes, durante y/o después de la etapa de transporte. También puede utilizarse un aditivo de aceleración que funciona en tanto en cuanto acelerador de endurecimiento y agente de modificación de reología. El sulfato de alumbre de potasio y el silicato de sodio pueden mencionarse como ejemplos de aditivos que proporcionan ambas funciones.

Un acelerador comercial utilizado normalmente para aplicaciones de hormigón proyectado también puede utilizarse, tal como Sika 40 AF, o productos de CHRYSO®Jet, en dosis comprendidas entre el 1,0 y el 10%, más preferentemente entre el 3,0% y el 7% del peso total del aglutinante hidráulico.

El agente de modificación de reología puede ser cualquier aditivo que aumente el límite elástico del material colocado antes de que se produzca el endurecimiento del aglutinante hidráulico. Preferentemente, se utiliza un agente espesante o un potenciador de viscosidad como dicho agente de modificación de reología. Este agente se utiliza, preferentemente, en formato líquido. En particular, se utilizan éter de almidón, éter de celulosa y/o goma welan como agentes de modificación de reología o como un componente del agente de modificación de reología. Particularmente, se han logrado buenos resultados con los siguientes aditivos: Foxcrete S200 (éter de almidón) proporcionado por Avebe, Aquasorb 2611 (poliacrilamida soluble en agua) proporcionada por SNF Floerger SAS, Tylose MHS 300000 P6 (metil hidroxietil celulosa altamente eterificada, no iónica, soluble en agua) proporcionada por SE Tylose GmbH & Co. KG, KelcoCrete (goma diutan) proporcionada por CP Kelco y caseína.

La etapa de transporte del procedimiento de la invención comprende transportar el material de construcción en un estado fluido al cabezal de deposición. En particular, el transporte del material de construcción se lleva a cabo por bombeo. Preferentemente, el material se transporta en un estado húmedo y está preparado para colocarse sin la necesidad de añadir ningún componente adicional con la excepción del agente de modificación de reología.

Preferentemente, el material de construcción fresco, tal como hormigón fresco o mortero fresco, se almacena en un silo o cualquier otro recipiente de almacenamiento o en un elemento de mezclado de un camión de suministro de preparado y se transporta desde el sitio de almacenamiento directamente hasta el cabezal de deposición.

Preferentemente, el material de construcción durante la etapa de transporte, es decir, antes de la adición del agente de modificación de reología, está diseñado para ser autonivelante. En particular, el límite elástico del material que va a transportarse se encuentra entre 200 y 400 Pa cuando se mide con un escisómetro.

Con el fin de lograr la capacidad de transporte o de bombeo descritas anteriormente, se añade, preferentemente, un reductor de agua, en particular un plastificante o un superplastificante, preferentemente un plastificante basado en policarboxilato de polioxilo o fosfonatos, al material de construcción antes de la etapa de transporte.

Un reductor de agua hace posible reducir la cantidad de agua de mezcla para una capacidad de trabajo dada normalmente entre un 10 y un 15%. A modo de ejemplo de reductores de agua, pueden mencionarse lignosulfonatos, ácidos hidroxicarboxílicos, hidratos de carbono, y otros compuestos orgánicos específicos, por ejemplo, glicerol, alcohol polivinílico, aluminio-metil-siliconato de sodio y ácido sulfanílico tal como se describe en el Concrete Admixtures Handbook, Properties Science and Technology, V.S. Ramachandran, Noyes Publications, 1984.

Los superplastificantes pertenecen a una nueva clase de reductores de agua y pueden reducir el contenido de agua del agua de mezclado, para una capacidad de trabajo dada, aproximadamente el 30% en masa. A modo de ejemplo de un superplastificante, pueden indicarse los superplastificantes de PCP. El término "PCP" o "policarboxilato de polioxilo" debe entenderse según la presente invención como un copolímero ácidos acrílicos o ácidos metacrílicos y sus ésteres de polioxietileno (POE).

Se han logrado buenos resultados con los siguientes tipos de superplastificantes: CHRYSO®Premia, un reductor de agua de alto rango a base de PCP, BASF MasterGlenium 27, un reductor de agua de alto rango a base de PCP, y CHRYSO®Optima 100, un reductor de agua de alto rango a base de fosfonato.

Preferentemente, el material de construcción comprende entre el 0,05 y el 1%, más preferentemente entre el 0,05 y el 0,5% de un reductor de agua, un plastificante o un superplastificante, porcentaje expresado en masa relativa a la masa de cemento seco.

5 Con el fin de reducir y controlar la cantidad de aire introducido en el mortero, puede añadirse un agente antiespumante. Unos niveles de aire incontroladamente altos en el mortero u hormigón reducirían la resistencia mecánica sin duda alguna, y aumentaría de manera incontrolada la reología del material de construcción fresco.

10 Un antiespumante puede ser seleccionado, por ejemplo, de entre el grupo que consiste en aceites mineral, polímeros orgánicos, tensioactivos y mezclas minerales, poliéter siloxano y mezclas de humo de sílice, polidimetilsiloxano y sus mezclas.

15 Se han logrado buenos resultados con Dehydran 1922. Este agente antiespumante producido por BASF es una mezcla de tensioactivos y minerales. Preferentemente, el material de construcción comprende entre el 0,1 y el 0,3% en peso de este aditivo.

20 El material de construcción utilizado en el procedimiento de la invención es un material a base de un aglutinante hidráulico, es decir, cualquier material que produce fases de formación de resistencia solidificándose y curándose en contacto con el agua, tal como mortero u hormigón. El aglutinante hidráulico comprende preferentemente o está comprendido por cemento habitual o Portland blanco. El cemento Portland, tal como se utiliza en la presente invención puede ser cualquier tipo de cemento Portland. Algunos cementos adecuados son los cementos descritos en la normativa europea NF EN 197-1 de abril del 2012 o mezclas de los mismos, preferentemente, cemento de los tipos CEM I, CEM II, CEM III, CEM IV o CEM V.

25 Se han logrado buenos resultados cuando se utiliza el cemento blanco CEM I 52.5N producido en la planta de cemento de Le Teil, o el cemento HTS producido en la planta de cemento de Le Teil.

30 Diversas adiciones minerales, tales como, por ejemplo, escoria de alto horno granulada (gbfs), ceniza volante, puzolanas naturales, arcilla calcinada o piedra caliza molida, pueden añadirse al cemento Portland, con el fin de obtener cementos compuestos Portland. Las adiciones minerales, normalmente entre el 10 y 50% en peso del peso de aglutinante total, en la mayor parte de las aplicaciones, están en forma de escoria molida de alto horno granulada, ceniza volante, puzolanas, piedra caliza molida o mezclas de las mismas.

35 La relación de agua/aglutinante (relación peso/peso) del material de construcción utilizado en la invención se encuentra, preferentemente, entre 0,25 y 0,5, más preferentemente entre 0,3 y 0,4. La relación de agua/aglutinante puede variar, por ejemplo, debido a la demanda de agua de las adiciones minerales cuando se utilizan. La relación de agua/aglutinante se define como que conforma la relación en masa de la cantidad de agua con respecto a la masa seca del aglutinante hidráulico (cemento Portland y adiciones mineral).

40 En una forma de realización preferida, el material de construcción es un mortero autonivelante realizado a partir de arena, cemento Portland, relleno de piedra caliza y superplastificante.

45 A continuación, se describirá con mayor detalle la invención haciendo referencia al siguiente ejemplo y a una forma de realización a título de ejemplo de un equipo mostrado en la figura 1, que es adecuado para poner en práctica el procedimiento de la invención.

Ejemplo 1

50 Se preparó un mortero que presenta la siguiente composición:

- 2058,6 g de NAG3 Ductal premezclado
- 11,33 g de CHRYSO®Optima 100
- 201,7 g de agua

55 Este mortero presenta un flujo de deslizamiento de 140 mm medido según el procedimiento de tabla de flujo (ASTM C230). Dado que el mortero fresco es autocompactante, su límite elástico es bajo y está por debajo de 400 Pa.

60 El material se bombeó a una velocidad de flujo comprendida entre 0,7 y 1,3 l/min. En el cabezal de deposición de un robot, se mezcló una cantidad de Sika 40 AF con el mortero a una dosis comprendida entre 21 y 36 g/l de mortero.

Se estimó que el límite elástico medido con un escisómetro del material colocado se encontraba entre 800 y 1200 Pa.

65 Se colocaron unas capas sucesivas del material una encima de otra, para una altura total de aproximadamente 1 metro, durante 2 horas.

Se observó que las capas no se derrumbaron, y la forma prevista del objeto impreso se respetó por completo.

5 Se permitió que las capas se asentaran y endurecieran durante 24 horas antes de poder manipular el elemento impreso.

Ejemplo 2

10 Se preparó un mortero que presenta la siguiente composición:

- 569,3 g de cemento blanco CEM I 52.5N Le Teil
- 350,1 g de relleno de piedra caliza BL 200 de Omya
- 1004,8 g de arena Sablon 0/0,315 de Sibelco
- 15 - 11,16 g de Glenium 27 de BASF
- 270,0 g de agua

Este mortero presenta un flujo de deslizamiento de 210 mm medido según el procedimiento de tabla de flujo de cono de Marsh (ASTM C230). Dado que el mortero fresco es autocompactante, su límite elástico es bajo y está por debajo de 400 Pa.

20 Se sometió a ensayo esta formulación en el sistema de bombeo, sin ningún dispositivo de deposición robótico.

Se bombeó el material a una velocidad de flujo de 1,9 l/min. En el cabezal de extrusión, se añadió Foxcrete S200 en una dosis de 0,4 g/l de mortero.

25 Se midió el límite elástico del material colocado a 2500 Pa.

El material era autosostenible tras la etapa de extrusión. Se colocaron hasta 4 capas una encima de otra manualmente tras 20 min, y las capas no se derrumbaron.

30 La figura 1 muestra un equipo que es apto para llevar a cabo el procedimiento de la invención. En la figura 1 el mortero 1 autonivelante se suministra desde una instalación de almacenamiento o desde una planta de preparación de lotes en el sitio. El mortero es transportado a una bomba 2 de mortero, que transporta el mortero a través de una tubería 3. La tubería 3 se desplaza a través de una zona de seguridad 4, que comprende diversas conexiones a la tubería 3. Una primera conexión sirve para conectar una fuente de agua 5 de aclarado a la tubería 3 con el fin de limpiar las tuberías del sistema de transporte de vez en cuando. Además, una salida de emergencia 6 está conectada a la tubería 3 para retirar el mortero en caso de que se produjera una sobrepresión en la tubería 3. La presión en la tubería 3 se mide por medio de un manómetro 7. Además, se proporciona un disco de rotura 8, que puede diseñarse como un dispositivo de liberación de presión sin cierre posterior que protege a la tubería 3 frente a una sobrepresión.

40 Tras abandonar la zona de seguridad 4 la tubería 3 se desplaza hasta un robot 9, que comprende un cabezal de deposición 10. El robot 9 comprende una unidad de accionamiento (no mostrada) que mueve el cabezal de deposición 10 a lo largo de una trayectoria que se determina mediante un módulo de control electrónico basándose en datos de modelado en 3D para el objeto que va a construirse. El robot 9 comprende un elemento de mezclado 11 estático al que se transporta el mortero a través de la tubería 3. El elemento de mezclado 11 sirve para mezclar el mortero con un agente de modificación de reología que se alimenta al robot 9 desde un depósito 12 de almacenamiento. El agente de modificación de reología se suministra a una bomba 13, que transporta el agente a través de una tubería 14 al robot 9. La tubería 14 comprende diversas conexiones que se disponen aguas abajo de la bomba 13, concretamente una conexión para una salida de emergencia 15, una conexión para un disco de rotura 16 y una conexión para un manómetro 17.

45 La tubería 14 se desplaza en el interior de la tubería 3 con una válvula de retención 18 interpuesta. La presión tras el elemento de mezclado 11 se mide por medio de un manómetro 19. La mezcla que sale del elemento de mezclado 11 puede o bien alimentarse a una tubería 20 que sirve para descargar una parte desechada de la mezcla, o bien a una tubería 21 que se desplaza hasta el cabezal de deposición para extruir la mezcla a través de una boquilla.

55

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento de colocación de un material de construcción capaz de fluir que comprende un aglutinante hidráulico para construir unos componentes estructurales capa por capa, tal como para una impresión de hormigón en 3D, comprendiendo dicho procedimiento:
- 10 transportar el material de construcción capaz de fluir hasta un cabezal de deposición (10),
- colocar el material de construcción a través de una salida del cabezal de deposición (10) con el fin de formar una capa de material de construcción,
- 15 antes de colocar el material de construcción, añadir un agente de modificación de reología al material de construcción de manera que el material colocado presente un aumento de límite elástico antes de producirse el endurecimiento cuando se compara con el material durante la etapa de transporte, en el que la etapa de colocación del material de construcción comprende extruir el material de construcción en una forma pastosa a través de una boquilla del cabezal de deposición (10), y en el que, tras la colocación de una primera capa de material de construcción, por lo menos una capa posterior de material de construcción es colocada sobre la primera capa, en el que la cantidad de agente de modificación de reología añadido al material de construcción es seleccionada para aumentar el límite elástico de manera que la primera capa no se derrumbe bajo la carga de dicha por lo menos una capa posterior.
- 20 2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que el límite elástico del material de construcción recién colocado está comprendido entre 600 y 4.000 Pa.
- 25 3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que se permite reposar al material de construcción de la primera capa durante un periodo de tiempo de no más de 2 minutos, preferentemente durante un periodo de tiempo comprendido entre 30 y 60 segundos, antes de que el material de construcción de una capa posterior sea colocado sobre dicho material de construcción de la primera capa.
- 30 4. Procedimiento según la reivindicación 1, 2 o 3, caracterizado por que el agente de modificación de reología es añadido de manera continua al flujo de material de construcción transportado.
- 35 5. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que el agente de modificación de reología y el material de construcción son mezclados entre sí antes de colocar el material de construcción, en el que se utiliza preferentemente un elemento de mezclado (11) estático para el mezclado.
- 40 6. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por que un reductor de agua, en particular un plastificante o un superplastificante, preferentemente un plastificante a base de policarboxilato de polioxilo o fosfonatos, es añadido al aglutinante hidráulico antes de la etapa de transporte, siendo el transporte del material de construcción llevado a cabo por bombeo.
- 45 7. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado por que un acelerador de endurecimiento, tal como, por ejemplo, cloruro de sodio, cloruro de calcio, hidróxido de aluminio, sulfato de alumbre de potasio, silicato de sodio, nitrato de calcio y/o nitrito de calcio, tiocianato de sodio y/o calcio, es añadido preferentemente al aglutinante hidráulico antes de la etapa de transporte.
- 50 8. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado por que se utiliza un agente espesante o un potenciador de viscosidad como dicho agente de modificación de reología.
- 55 9. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado por que se utilizan éter de almidón, éter de celulosa, poliácridamida soluble en agua, caseína, y/o goma welan como o en el agente de modificación de reología.
10. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizado por que el material de construcción es hormigón o un mortero de cemento (1).
11. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizado por que el material de construcción es un hormigón de ultra alto rendimiento.

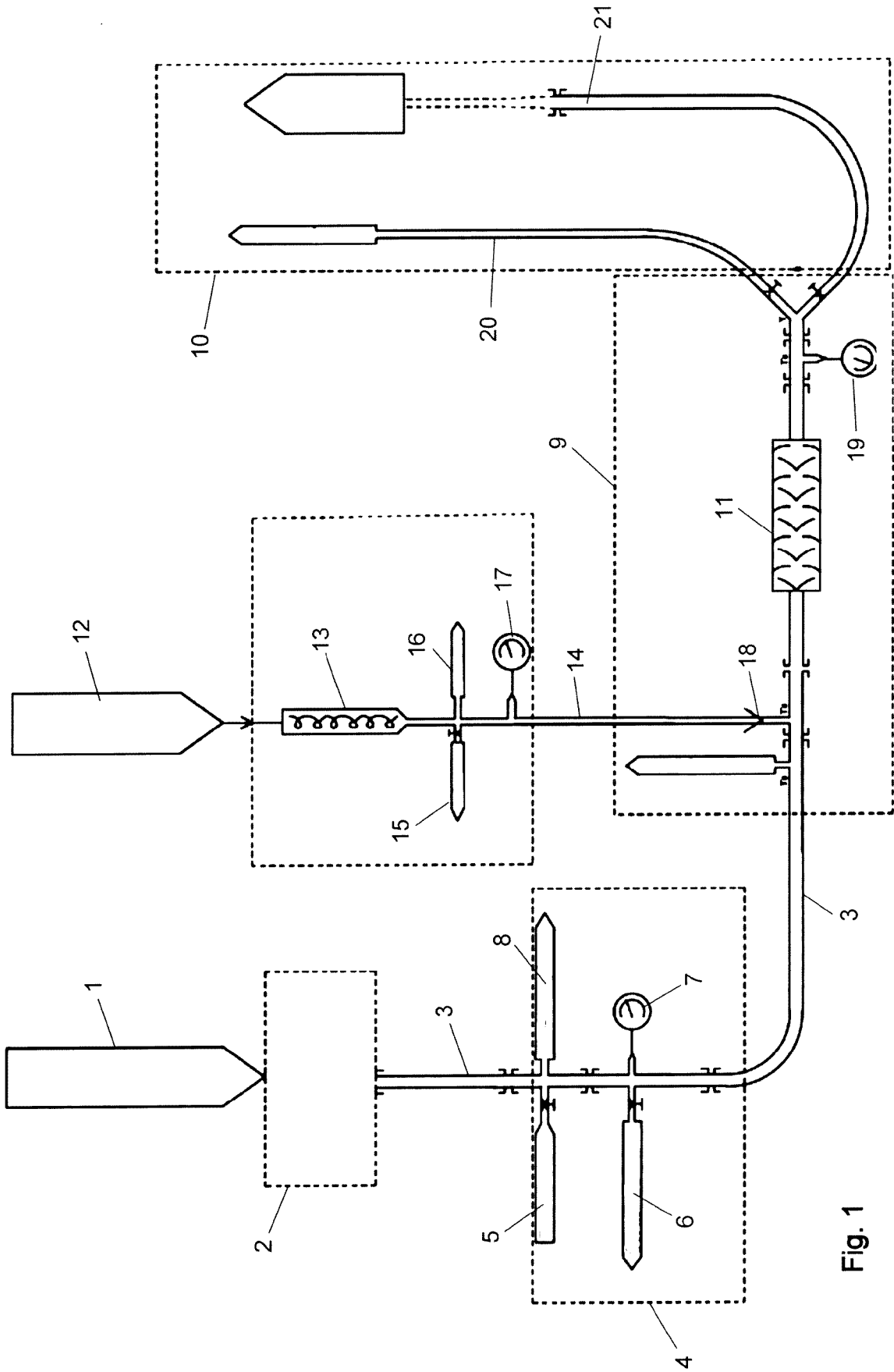


Fig. 1