



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ

(11)



1-0053961

(51)^{2020.01} **B28C 7/02**; G05D 11/13; B01F 15/00; (13) **B**
B01F 3/12

(21) 1-2021-08268

(22) 24/06/2020

(86) PCT/EP2020/067670 24/06/2020

(87) WO2020/260375 30/12/2020

(30) 19182629.6 26/06/2019 EP

(45) 25/11/2025 452

(43) 25/04/2022 409A

(73) SAINT-GOBAIN WEBER (FR)

2-4 rue Marco Polo, 94370 Sucy-en-Brie, France

(72) OPDENBUSCH, Kersten (DE); BLAAKMEER, Jan (NL); NUNES LOBO, Bruno, Miguel (PT); PIERTZIK, Lutz (DE); HOFMANN, Tanja (DE).

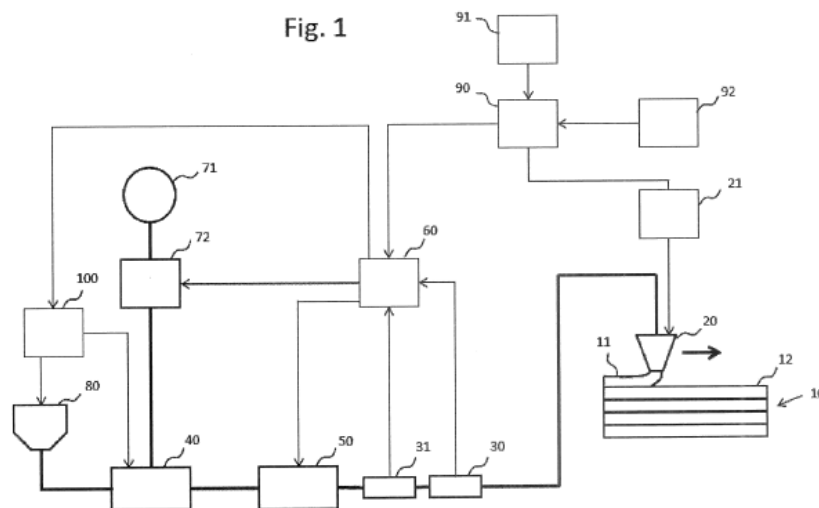
(74) Công ty TNHH Quốc tế D & N (D&N INTERNATIONAL CO.,LTD.)

(54) PHƯƠNG PHÁP IN 3-D ĐỂ SẢN XUẤT CÁC BỘ PHẬN CÓ THÀNH PHẦN CHÍNH LÀ VỮA

(21) 1-2021-08268

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp sản xuất các bộ phận có thành phần chính là vữa (10) bao gồm chất kết dính thủy lực và các cốt liệu, phương pháp này bao gồm các bước:

- trộn hợp phần vữa khô bao gồm chất kết dính thủy lực và các cốt liệu với nước, để tạo thành vữa ướt,
- bơm và vận chuyển vữa ướt đến cửa xả (20), trong đó, trong quá trình vận chuyển, ít nhất hai đặc tính vật lý của vữa ướt được đo trực tuyến, các đặc tính vật lý này bao gồm độ nhớt và ít nhất một trong số dòng chảy và tỷ trọng.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến phương pháp sản xuất các bộ phận bao gồm chất kết dính thủy lực và các cốt liệu.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Các bộ phận có thành phần chính là vữa hoặc xi măng có thể có nhiều hình dạng và chức năng khác nhau, và trong bản mô tả sáng chế này, thuật ngữ “bộ phận” bao gồm tường, lớp phủ tường (chẳng hạn như lớp trát hoặc thạch cao), lớp phủ kết dính, sàn, lớp phủ sàn hoặc các hợp chất lát sàn (chẳng hạn như lớp láng nền), các vật trang trí hoặc có chức năng v.v.. Việc sản xuất các bộ phận này thường bao gồm bước trộn hợp phần vữa khô bao gồm chất kết dính thủy lực và các cốt liệu với nước, để tạo thành vữa ướt. Vữa ướt này sau đó được tạo hình hoặc sử dụng tùy theo mục đích sử dụng mong muốn trước khi đông kết và đông cứng để tạo thành vữa đông cứng.

Việc tự động hóa hoặc cơ khí hóa các phương pháp như vậy có thể mang lại lợi ích về mặt chi phí và năng suất, và có thể bao gồm bước bơm vữa ướt đến cửa xả mà từ đó vữa ướt được đổ, đùn, hoặc phun ra.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là đề xuất phương pháp mạnh mẽ và có thể đảm bảo chất lượng tốt cho bộ phận thành phẩm.

Để đạt được mục đích này, sáng chế đề xuất phương pháp theo điểm 1.

Các tác giả sáng chế đã xác định rằng phép đo trực tuyến độ nhớt của vữa ướt và ít nhất một đặc tính khác được chọn từ dòng chảy và tỷ trọng có thể mang lại lợi ích to lớn về mặt độ cứng chắc và kiểm soát chất lượng. Ví dụ, phép đo như vậy có thể cho phép phát hiện các vấn đề khi bơm và do đó tránh được mọi nguy cơ tắc nghẽn. Phương pháp này cũng có thể cho phép người sử dụng phát hiện ra rằng hợp phần vữa hoặc tỷ lệ trộn, tức là tỷ lệ theo trọng lượng giữa nước và vữa khô, không phù hợp với mục đích.

Tỷ trọng là tỷ trọng riêng của vữa ướ́t, được biểu thị, ví dụ, bằng đơn vị kg/m^3 . Dòng chảy là dòng chảy tức thời của vữa ướ́t được vận chuyển, được biểu thị, ví dụ, bằng đơn vị kg/giờ hoặc L/giờ .

Sáng chế còn đề xuất hệ thống để thực hiện phương pháp theo sáng chế. Hệ thống như vậy bao gồm thiết bị trộn được điều chỉnh để trộn hợp phần vữa khô bao gồm các chất kết dính thủy lực và các cốt liệu với nước, để tạo thành vữa ướ́t, cửa xả, thiết bị bơm được điều chỉnh để bơm và vận chuyển vữa ướ́t đến cửa xả, và ít nhất một cảm biến được điều chỉnh để đo trực tuyến ít nhất hai đặc tính vật lý của vữa ướ́t trên đường vận chuyển nó từ thiết bị trộn đến cửa xả, các đặc tính vật lý này bao gồm độ nhớt và ít nhất một trong số dòng chảy và tỷ trọng.

Phương pháp theo sáng chế có thể, ví dụ, là phương pháp để láng nền (ví dụ lớp láng nền) trên nền xây dựng nằm ngang chẳng hạn như tấm sàn, hoặc để phủ keo dán gạch trên nền xây dựng, hoặc để trát lớp trát trên nền xây dựng thẳng đứng chẳng hạn như tường xây, hoặc để phun bê tông.

Phương pháp theo sáng chế đặc biệt phù hợp làm phương pháp in 3-D. Trong trường hợp như vậy, phương pháp là phương pháp in 3-D, cửa xả là đầu của máy in điều khiển bằng máy tính, và phương pháp này còn bao gồm bước láng một lớp vữa ướ́t lên trên lớp vữa trước đó.

Phương pháp in 3-D, còn được gọi là phương pháp sản xuất bồi đắp, là phương pháp mà trong đó rôbot điều khiển bằng máy tính sản xuất ra các vật thể ba chiều bằng cách láng từng lớp vật liệu. Ưu điểm của các phương pháp này là chi phí nhân lực thấp hơn, hao hụt vật liệu thấp hơn và khả năng tạo ra các vật thể có hình dạng phức tạp. Nhiều vật liệu khác nhau có thể được sản xuất theo cách này, chẳng hạn như polime hoặc kim loại.

Sáng chế cũng đề xuất phương pháp in 3-D các bộ phận làm bằng bê tông hoặc vữa. Còn được gọi là công nghệ xây dựng đường viền (Contour Crafting) hoặc in mực xi măng (Cementitious Ink Printing), các kỹ thuật này đang được thực hiện trong các ứng dụng quy mô xây dựng, và ưu điểm của chúng là sự hợp nhất của các quy trình thiết kế, quy hoạch và xây dựng, cùng với đó là tăng tính tự động hóa và tính hợp lý hóa của các quy trình xây dựng. Tiết kiệm chi phí nhân lực, giảm tổn thất và tiêu thụ vật liệu,

loại bỏ cốt pha, thời gian dự án ngắn hơn và cam kết về vốn cũng như tăng tính an toàn cho không gian làm việc là những yếu tố thúc đẩy khác của công nghệ này. Trong các phương pháp đã biết, vữa ước được tạo ra liên tục bằng cách trộn hợp phần vữa khô với nước, được bơm và vận chuyển đến đầu máy in của máy in điều khiển bằng máy tính, thường là rôbot hoặc giàn cần cẩu, và sau đó được láng thành một lớp trên lớp vữa trước đó, thường là bằng cách được đùn qua vòi. Đầu máy in được di chuyển theo sơ đồ định trước, thực hiện một cách chính xác ví dụ các hình học phức tạp do kiến trúc sư thiết kế, để sản xuất vật thể thành phẩm.

Vấn đề cốt yếu trong quy trình này là vữa ước cần phải đủ lỏng để được bơm và được vận chuyển trong suốt quy trình, nhưng khi được láng thành lớp thì cần phải có độ bền cơ học đủ cao để nó có thể chịu được trọng tải của các lớp trên tiếp theo mà không bị sụp. Việc sử dụng xi măng đông kết nhanh, ví dụ thu được bằng cách thêm các chất gia tốc đông kết hoặc các chất thay đổi lưu biến khác vào vữa ước ngay trước khi láng lớp này, đã được đề xuất nhằm làm tăng ứng suất chảy cho vật liệu được láng khi so với vật liệu ngay sau khi trộn hoặc trong bước bơm. Sáng chế còn đề xuất bê tông hiệu suất cực cao (Ultra-high performance concrete - UHPC) chảy được có cường độ chịu nén ít nhất là 100 MPa trong 28 ngày. Tuy nhiên, các kỹ thuật đã biết này có một số nhược điểm vì việc láng lớp này trên lớp khác mà đã bắt đầu đông kết và đông cứng sẽ dẫn đến độ bền liên kết yếu giữa các lớp, và do đó tạo ra vật liệu không nguyên khối mà có thể có khả năng chịu tải thấp, nhất là khi vật xây dựng phải chịu lực cắt hoặc kéo. Do các chất phụ gia được cung cấp dưới dạng dung dịch nền nước, nguy cơ nứt vật liệu cũng có thể xuất hiện do lượng nước dư thừa. Ngoài ra, khi các chất phụ gia được thêm vào và được trộn trong vữa ở gần vòi in, thường là với sự hỗ trợ của máy trộn tĩnh, thì không thể sửa chữa vật liệu được nữa, do đó không thể xử lý mọi vấn đề xảy ra khi trộn vữa khô với nước. Mặt khác, việc bổ sung các chất gia tốc và các chất làm đặc ở giai đoạn trộn hoặc bơm sẽ làm tăng biên dạng tốc độ dòng chảy trong ống dẫn, điều này có thể dẫn đến các vấn đề do sự phân bố thời gian lưu khác nhau của vữa ước.

Theo khía cạnh đó, sáng chế cũng đề xuất quy trình in 3-D cải tiến vật liệu xây dựng để khắc phục các vấn đề nêu trên. Đặc biệt, sáng chế nhằm mục đích cải tiến chất lượng in bằng cách bảo đảm kiểm soát toàn bộ chất lượng của vật liệu in.

Liên quan đến phương pháp in 3-D, kỹ thuật theo sáng chế có thể thu được bộ phận xây dựng có chất lượng tốt bằng cách sử dụng vữa có thể đông kết và đông cứng ở tốc độ bình thường, mà không cần phải thêm các chất phụ gia đặc biệt vào ngay trước bước láng. Nhờ các đặc tính xúc biến của chúng, vữa được sử dụng có độ nhớt thấp ở tốc độ trượt cao hơn nên chúng có thể dễ dàng được bơm và được vận chuyển trong khắp hệ thống, nhưng cho thấy sự tăng dần tức thì về độ bền cấu trúc ngay khi vật liệu ra khỏi vòi in nên các lớp vữa vừa mới tạo ra có thể chịu được các lớp khác ngay cả trước khi đông kết và đông cứng. Việc láng lớp “ướt trên ướt” này giúp cải tiến độ dính và độ bền liên kết giữa các lớp liên tiếp để thu được bộ phận nguyên khối. Cuối cùng, các đặc tính cơ học của bộ phận xây dựng thành phẩm có thể so sánh được với các đặc tính của các bộ phận bê tông đúc thông thường.

Tốt hơn là, ít nhất hai đặc tính vật lý nêu trên của vữa ướt được ghi trên phương tiện lưu trữ đọc được bằng máy tính. Sau đó, các số đo ghi được có thể được sử dụng cho các mục đích kiểm soát chất lượng, ví dụ để chứng minh rằng phương pháp này đã được thực hiện chính xác. Do đó, trong trường hợp như vậy, hệ thống bao gồm phương tiện lưu trữ đọc được bằng máy tính được tạo cấu hình để lưu trữ ít nhất hai đặc tính vật lý nêu trên của vữa ướt.

Các đặc tính được đo trực tuyến, ngoài độ nhớt thì tốt hơn là bao gồm tỷ trọng và dòng chảy, nhiệt độ của vữa ướt. Có lợi khi ít nhất ba hoặc ít nhất bốn trong số các đặc tính này được đo trực tuyến trong quá trình vận chuyển. Ví dụ, tỷ trọng, dòng chảy, độ nhớt và nhiệt độ có thể được đo.

Hai hoặc nhiều đặc tính vật lý thường được đo độc lập, bằng một hoặc nhiều cảm biến. Do đó, việc này loại trừ trường hợp mà đặc tính vật lý thứ nhất được đo bằng một cảm biến, sau đó số đo này được sử dụng để tính toán đặc tính vật lý thứ hai. Trong trường hợp đó, đặc tính vật lý thứ hai không thể được coi là “đo được”.

Mỗi trong số các đặc tính này có thể được đo bằng cách sử dụng một cảm biến riêng. Do đó, hệ thống có thể bao gồm cảm biến riêng cho mỗi đặc tính vật lý. Theo cách khác và tốt hơn là nhiều hoặc thậm chí là tất cả các đặc tính này được đo bằng cách sử dụng cùng một cảm biến. Khi đó, hệ thống bao gồm cảm biến được điều chỉnh để đo nhiều đặc tính. Tốt hơn là, độ nhớt và ít nhất là một trong số dòng chảy và tỷ trọng của

vừa ướt được đo đồng thời bằng cách sử dụng cùng một cảm biến. Sau đó, cảm biến có thể đo đồng thời độ nhớt và ít nhất một trong số dòng chảy và tỷ trọng của vừa ướt.

Tốt hơn là cảm biến thuộc loại Coriolis, và có thể đo đồng thời tỷ trọng, dòng chảy, độ nhớt và nhiệt độ của vừa ướt.

Cảm biến loại Coriolis tốt hơn là bao gồm ống đo dẫn vừa ướt trong khi đo đồng thời (và thường là độc lập) tỷ trọng, dòng chảy, độ nhớt và nhiệt độ của vừa ướt. Tốt hơn là, cảm biến loại Coriolis bao gồm không nhiều hơn một, tức là chính xác là chỉ một ống đo. Tốt hơn là, ống đo là ống đo thẳng.

Phép đo trực tuyến ít nhất hai đặc tính này xảy ra trong quá trình vận chuyển vừa ướt đến cửa xả, ví dụ đến vòi. Do đó, các đặc tính không được đo ở cửa xả, ví dụ ở vòi. Chúng cần được đo trước khi vừa ướt đi đến cửa xả. Ngoài ra, phép đo trực tuyến không được đo ở vị trí trộn. Các đặc tính cần được đo sau bước trộn.

Tốt hơn là, phép đo trực tuyến ít nhất hai đặc tính nêu trên của vừa ướt xảy ra ngay sau bước trộn. Do đó, tốt hơn là (các) cảm biến được đặt gần thiết bị bơm nhất có thể.

Tốt hơn là, tỷ lệ giữa nước và vừa khô (tỷ lệ trộn) được điều chỉnh tùy theo giá trị của ít nhất một trong số ít nhất hai đặc tính vật lý nêu trên. Tỷ lệ này tốt hơn là được điều chỉnh theo thời gian thực. Do đó, tỷ lệ có thể được điều chỉnh liên tục, khi quá trình trộn được thực hiện theo cách liên tục, hoặc tỷ lệ có thể được điều chỉnh bán liên tục, khi quá trình trộn được thực hiện để tạo ra mẻ vừa ướt. Tỷ lệ trộn tương ứng với tỷ lệ được sử dụng trong bước trộn, tức là bước trộn được thực hiện với tỷ lệ trộn nêu trên, và tỷ lệ trộn này có thể được điều chỉnh tùy theo (các) giá trị đo được.

Các tác giả sáng chế đã thực sự xác định rằng đặc biệt có lợi khi điều khiển và điều chỉnh tỷ lệ trộn theo thời gian thực, tùy theo đặc tính vật lý của vừa ướt. Do đó, phương pháp này tốt hơn là sử dụng hệ thống điều khiển phản hồi để liên tục điều khiển tỷ lệ trộn nhằm thu được các giá trị ổn định cho một số đặc tính vật lý của vừa ướt. Hệ thống điều khiển phản hồi tốt hơn là sử dụng bộ dẫn động (phương tiện điều chỉnh dòng nước trộn), ít nhất một cảm biến (để đo đặc tính vật lý của vừa ướt), và bộ điều khiển (để điều khiển bộ dẫn động).

Theo một phương án như vậy, hệ thống bao gồm bộ điều khiển thứ nhất được tạo cấu hình để điều chỉnh tỷ lệ trộn tùy theo giá trị của ít nhất một trong số ít nhất hai đặc tính vật lý nêu trên.

Tốt hơn là hệ thống còn bao gồm nguồn nước và phương tiện điều chỉnh lượng nước trộn. Các phương tiện nêu trên tốt hơn là được điều khiển bởi bộ điều khiển thứ nhất. Phương tiện để điều chỉnh dòng nước trộn bao gồm, ví dụ, van và lưu lượng kế.

Tốt hơn là, giá trị định trước, tương ứng khoảng định trước được thiết lập cho ít nhất một trong số ít nhất hai đặc tính vật lý nêu trên, và tỷ lệ trộn được điều chỉnh sao cho ít nhất một trong số ít nhất hai đặc tính vật lý nêu trên bằng giá trị định trước, lần lượt được bao gồm trong khoảng định trước này. Khoảng hoặc giá trị định trước có thể phụ thuộc vào ít nhất một thông số được chọn từ nhiệt độ, hoặc độ ẩm, của vữa ướt và/hoặc của môi trường, áp suất của vữa, và đối với phương pháp in 3-D, là tốc độ in.

Hệ thống điều khiển phản hồi đã được mô tả đặc biệt có lợi cho phương pháp và hệ thống in 3-D.

Chất kết dính thủy lực tốt hơn là được chọn từ xi măng poclan thông thường (Ordinary Portland Cements - OPC), xi măng canxi aluminat (Calcium Aluminate Cements - CAC), xi măng canxi sulfoaluminat (Calcium Sulfoaluminate Cements - CSA), vôi không bị hydrat hóa, vôi hydrat hóa, xỉ lò cao nghiền dạng hạt, tro bay và các hỗn hợp của chúng. Chất kết dính thủy lực tốt hơn là bao gồm OPC. Tốt hơn, OPC là chất kết dính thủy lực chính hoặc thậm chí là duy nhất.

Các cốt liệu tốt hơn là được chọn từ các cốt liệu đá vôi, silic, chẳng hạn như cát hoặc đá vôi nghiền, và các hỗn hợp của chúng. Kích thước tối đa của các cốt liệu này tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 3 mm, thậm chí là 2 mm, hoặc 1 mm, do diện tích mặt cắt ngang hạn chế của thiết bị bơm và vôi.

Vữa khô tốt hơn là còn bao gồm các chất phụ gia, nhất là các chất phụ gia được chọn từ chất siêu dẻo hóa, chất làm đặc, chất gia tốc, chất ức chế, và các hỗn hợp của chúng. Chất làm đặc có thể là hữu cơ hoặc vô cơ. Vữa khô có lợi khi bao gồm các chất làm đặc vô cơ có thể tăng ứng suất chảy của vữa khi không di chuyển, chẳng hạn như đất sét trương nở. Chất gia tốc và các chất ức chế là các chất phụ gia làm tăng tốc hoặc

ức chế sự đông kết và/hoặc đông cứng của chất kết dính thủy lực.

Hợp phần vữa khô tốt hơn là được điều chỉnh sao cho vữa ướt có tính xúc biến. Tính xúc biến tốt hơn là sao cho độ nhớt của vữa ướt tăng lên 50 lần hoặc nhiều hơn 1 giây sau khi rời khỏi cửa xả (ví dụ vòi in).

Tốt hơn là hệ thống bao gồm thùng chứa vữa khô và thiết bị định lượng. Thiết bị định lượng tốt hơn là bao gồm các lưu lượng kế điện tử và các van, để đạt được độ chính xác cao cho tỷ lệ trộn (ví dụ nhỏ hơn 0,1%).

Tốt hơn là, tỷ lệ trộn (tức là tỷ lệ theo trọng lượng của nước so với vữa khô) nằm trong phạm vi từ 0,1 đến 0,2.

Thiết bị bơm tốt hơn là bao gồm bộ biến tần để điều khiển tốc độ bơm.

Vữa ướt tốt hơn là được vận chuyển qua ống vòi.

Tỷ trọng của vữa ướt thường là nằm trong khoảng từ 1800 đến 2500 kg/m³, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 2000 đến 2400 kg/m³.

Dòng chảy của vữa ướt trong quá trình vận chuyển thường là nằm trong khoảng từ 100 đến 20000 L/giờ, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 150 đến 1000 L/giờ.

Độ nhớt của vữa ướt trong quá trình vận chuyển tốt hơn là nằm trong khoảng từ 400 đến 3000 cP, thường là nằm trong khoảng từ 800 đến 1600 cP (1Poise = 0,1 Pa.s).

Nhiệt độ của vữa ướt trong quá trình vận chuyển tốt hơn là nằm trong khoảng từ 10 đến 50°C, thường là nằm trong khoảng từ 15 đến 40°C, và thậm chí là nằm trong khoảng từ 20 đến 35°C.

Áp lực của vữa ướt trong quá trình vận chuyển tốt hơn là nằm trong khoảng từ 5 đến 60 bar, nhất là thấp hơn 45 bar.

Cửa xả có thể là, ví dụ, vòi, mà từ đó vữa ướt có thể được lắng, được đùn, được phóng ra hoặc được phun ra.

Khi phương pháp theo sáng chế là phương pháp in 3-D, hệ thống (gọi là hệ thống in 3-D) còn bao gồm máy in điều khiển bằng máy tính có đầu bao gồm cửa xả, và được điều chỉnh để lắng một lớp vữa lên lớp vữa trước đó.

Máy in có thể là thiết bị bất kỳ có khả năng định vị và di chuyển đầu máy in theo

các lệnh nhận được. Nó có thể là, ví dụ, rôbot hoặc giàn cần cẩu. Đầu máy in bao gồm vòi in, thông qua đó vữa ướt được đùn để tạo thành một lớp. Vòi có thể có hình dạng được điều chỉnh bất kỳ.

Đầu có thể tùy ý bao gồm phương tiện để thêm thành phần phụ trợ bất kỳ vào vữa ướt ngay trước khi nó được láng thành lớp, thành phần phụ trợ bất kỳ chẳng hạn như các chất phụ gia, các cốt liệu hoặc các sợi.

Tốc độ in tốt hơn là nằm trong khoảng từ 50 đến 1000 mm/giây, ví dụ nằm trong khoảng từ 50 đến 300 mm/giây. Độ dày của một lớp thường dao động từ 5 đến 40 mm, tốt hơn là từ 10 đến 20 mm. Chiều rộng của các lớp thường dao động từ 20 đến 200 mm, thường là từ 40 đến 120 mm.

Hệ thống in 3-D tốt hơn là còn bao gồm ít nhất một trong số các thiết bị bổ sung sau:

- bộ điều khiển thứ hai được tạo cấu hình để điều khiển đầu máy in, ví dụ, vị trí và tốc độ của đầu máy in,
- bộ điều khiển thứ ba được tạo cấu hình để điều khiển lượng vữa khô và/hoặc việc trộn các thành phần của vữa khô,
- bộ điều khiển chính trung tâm được tạo cấu hình để điều khiển toàn bộ hệ thống và quy trình, nhất là được tạo cấu hình để điều khiển ít nhất một trong số bộ điều khiển thứ nhất và thứ hai.

Ít nhất một, tốt hơn là mỗi, và nhất là, bộ điều khiển thứ nhất tốt hơn là bao gồm hoặc được triển khai bởi phương tiện máy tính, chẳng hạn như bộ xử lý, để nhận lệnh và/hoặc dữ liệu và để tạo ra lệnh máy mà thực thi được bởi các bộ điều khiển khác của hệ thống và/hoặc bởi các thiết bị đặc thù của hệ thống. Có lợi khi ít nhất một vài, tốt hơn là tất cả, các bộ điều khiển là bộ điều khiển logic lập trình được (programmable logic controller- PLC). Phương tiện máy tính cũng có thể bao gồm, bên cạnh ít nhất một bộ xử lý, phương tiện lưu trữ đọc được bằng máy tính lưu trữ các lệnh chương trình máy tính mà khi được thực thi có thể tạo ra các lệnh máy nêu trên. Nhiều bộ điều khiển có thể sử dụng cùng một bộ xử lý và/hoặc cùng phương tiện đọc được bằng máy tính. Một số bộ điều khiển cũng có thể bao gồm giao diện đồ họa người dùng (graphical user interface - GUI) để hiển thị thông tin liên quan đến việc in và/hoặc để người dùng nhập

dữ liệu.

Do đó, thuật ngữ “điều khiển”, được sử dụng trong suốt bản mô tả sáng chế này, có thể bao gồm việc tạo ra các lệnh máy thực thi được bởi thiết bị mà được điều khiển, ví dụ thiết bị trộn, thiết bị bơm hoặc bộ điều khiển khác.

Bộ điều khiển chính trung tâm tốt hơn là được tạo cấu hình để nhận dữ liệu mô hình chỉ rõ mô hình 3-D của bộ phận xây dựng để in và điều khiển bộ điều khiển thứ nhất và thứ hai theo dữ liệu mô hình này và/hoặc theo dữ liệu nhập từ người sử dụng. Bộ điều khiển chính trung tâm có thể, ví dụ, được sử dụng để nhập, thông qua một giao diện, chẳng hạn như GUI, tốc độ in mong muốn và/hoặc chiều cao hoặc chiều rộng mong muốn của các lớp vữa.

Bộ điều khiển thứ nhất tốt hơn là được tạo cấu hình để nhận lệnh từ bộ điều khiển chính trung tâm, nhận dữ liệu từ (các) cảm biến, và điều khiển phương tiện để điều chỉnh dòng nước trộn. Các lệnh nhận được từ bộ điều khiển chính trung tâm phụ thuộc vào, ví dụ, tốc độ in hoặc chiều cao hoặc chiều rộng của các lớp cần lắng. Dữ liệu từ (các) cảm biến bao gồm các giá trị của đặc tính vật lý của vữa ướt, chẳng hạn như tỷ trọng, dòng chảy, độ nhớt và/hoặc nhiệt độ của nó. Bộ điều khiển thứ nhất có thể còn nhận dữ liệu bao gồm áp suất trong thiết bị bơm.

Bộ điều khiển thứ nhất tốt hơn là còn được tạo cấu hình để điều khiển thiết bị bơm, ví dụ, để điều chỉnh tốc độ bơm.

Bộ điều khiển thứ nhất cũng có thể được tạo cấu hình để điều khiển bộ điều khiển thứ ba. Cách khác, bộ điều khiển thứ nhất có thể được tạo cấu hình để trực tiếp điều khiển lượng vữa khô và/hoặc việc trộn các thành phần của vữa khô.

Bộ điều khiển thứ nhất tốt hơn là bao gồm bộ nhớ được tạo cấu hình để ghi các giá trị liên tiếp của ít nhất một đặc tính vật lý của vữa ướt. Tính năng này có thể, ví dụ, tham gia vào cơ cấu của hệ thống kiểm soát chất lượng.

Bộ điều khiển thứ nhất là bộ điều khiển vòng lặp kín hoặc bộ điều khiển phản hồi. Do đó, việc điều chỉnh dòng nước trộn được thực hiện bởi hệ thống điều khiển phản hồi. Bộ điều khiển đã biết bất kỳ có thể được sử dụng, ví dụ bộ điều khiển PID.

Theo tính năng ưu tiên, bộ điều khiển thứ nhất có thể được tạo cấu hình để xác

định, từ các giá trị nhận được cho ít nhất một đặc tính vật lý của vữa ướ́t, nếu hợp phần vữa tuân theo các đặc tả kỹ thuật định trước, ví dụ về mặt hợp phần. Nếu không, bộ điều khiển thứ nhất có thể được tạo cấu hình để ngừng in. Tính năng này có thể được thực hiện để đảm bảo các điều kiện an toàn cho quy trình và/hoặc để ngăn người dùng của hệ thống sử dụng vữa không đạt hoặc không thích hợp.

Mô tả vắn tắt hình vẽ

Sau đây, sáng chế sẽ được mô tả chi tiết hơn bằng cách viện dẫn đến ví dụ không giới hạn sau.

Fig. 1 thể hiện ví dụ về hệ thống được sử dụng để thực hiện phương pháp theo sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Hệ thống trên Fig. 1 là hệ thống in 3-D bao gồm máy in có đầu máy in 20 được điều chỉnh để đẩy vữa ướ́t qua vòi để lắng một lớp vữa ướ́t 11 trên lớp vữa trước đó 12, và để sản xuất ra bộ phận xây dựng 10. Máy in là, ví dụ, rôbôt công nghiệp hoặc giàn cần cẩu và vữa ướ́t có thể được vận chuyển đến đầu qua ống vòi.

Bộ phận xây dựng 10 có thể là, ví dụ, tường, bộ phận cầu, bộ phận trang trí, cốp pha phức tạp để đúc bê tông v.v..

Vữa ướ́t được sản xuất bằng cách trộn hợp phần vữa khô với nước trong thiết bị trộn 40. Việc trộn được thực hiện với tỷ lệ trộn nhất định.

Hợp phần vữa khô được lưu trữ trong xi lô 80. Cách khác, hệ thống có thể bao gồm nhiều xi lô hoặc thùng chứa để chứa mỗi trong số các thành phần của hợp phần vữa khô, cũng như phương tiện để trộn lượng thích hợp của mỗi thành phần để thu được hợp phần vữa khô mong muốn.

Hợp phần vữa khô bao gồm ví dụ xi măng poclan, các cốt liệu silic, chất làm đầy đá vôi, các chất thay đổi lưu biến học, các chất phụ gia và sợi.

Nước được lưu trữ trong nguồn nước 71, và lượng nước (ảnh hưởng đến tỷ lệ trộn) được điều chỉnh thông qua phương tiện 72 bao gồm, ví dụ, van và lưu lượng kế. Vữa ướ́t được bơm liên tục qua thiết bị bơm 50, ví dụ là máy bơm, chẳng hạn như máy

bơm trực vít. Vừa uớt được bơm và được vận chuyển vào đầu máy in 20, và theo cách của nó từ thiết bị trộn 40 đến đầu máy in 20, ít nhất một trong số các đặc tính vật lý của nó được đo trực tuyến bằng cảm biến 30. Phép đo được thực hiện tốt hơn là gần thiết bị trộn.

Cảm biến 30 là, ví dụ, cảm biến thuộc loại Coriolis, có thể đo đồng thời tỷ trọng, dòng chảy, độ nhớt và nhiệt độ của vữa uớt. Hệ thống cũng có thể bao gồm cảm biến 31 khác có thể đo các đặc tính khác, ví dụ áp suất.

Hệ thống được thể hiện trên Fig. 1 được điều khiển thông qua nhiều bộ điều khiển. Các bộ điều khiển này tốt hơn là bao gồm các bộ xử lý để nhận các lệnh và/hoặc dữ liệu và để tạo ra các lệnh máy thực thi được bằng các bộ điều khiển khác hoặc bằng các thiết bị chuyên dụng. Các bộ điều khiển này có thể là bộ điều khiển logic lập trình được (PLC).

Bộ điều khiển chính trung tâm 90 được tạo cấu hình để nhận dữ liệu mô hình chỉ rõ mô hình 3-D của bộ phận xây dựng 10 cần in. Các dữ liệu mô hình này thường được lưu trữ trong phương tiện lưu trữ đọc được bằng máy tính 92. Bộ điều khiển chính trung tâm 90 có thể được điều khiển bởi bộ điều khiển 91 mà có thể được điều khiển bằng tay bởi người sử dụng, ví dụ để bắt đầu hoặc dừng hệ thống hoặc để điều chỉnh tốc độ in. Ít nhất một trong số các bộ điều khiển 90 và 91 bao gồm giao diện, chẳng hạn như GUI.

Bộ điều khiển chính trung tâm 90 còn được tạo cấu hình để điều khiển bộ điều khiển thứ nhất 60 và bộ điều khiển thứ hai 21, ví dụ bằng cách tạo ra các lệnh máy thực thi được bằng các bộ điều khiển này. Các lệnh này là, ví dụ, các lệnh để thay đổi tốc độ in và/hoặc chiều cao hoặc chiều rộng của các lớp, theo dữ liệu mô hình hoặc các lệnh của người dùng.

Bộ điều khiển thứ hai 21 điều khiển đầu máy in 20. Nó được tạo cấu hình để nhận các lệnh từ bộ điều khiển chính trung tâm 90 và để tạo ra các lệnh máy để điều khiển, ví dụ, vị trí và tốc độ của đầu máy in 20.

Bộ điều khiển thứ nhất 60 điều khiển hệ thống để điều khiển và điều chỉnh đặc tính vật lý của vữa uớt bằng cách điều chỉnh tỷ lệ trộn. Nó được tạo cấu hình để nhận dữ liệu từ các cảm biến 30 và 31 và qua đó điều chỉnh dòng nước trộn và do đó là tỷ lệ

trộn bằng cách tạo ra các lệnh thực thi được bởi phương tiện 72.

Bộ điều khiển thứ nhất 60 thường so sánh giá trị đo được theo thời gian thực, ví dụ của độ nhớt của vữa ướt, với khoảng định trước để tính toán độ lệch điều khiển và nếu cần thì điều chỉnh lượng nước (và do đó là tỷ lệ trộn), bằng cách điều chỉnh dòng nước.

Bộ điều khiển thứ nhất 60 cũng có thể tạo ra các lệnh thực thi được bởi thiết bị bơm 50, để, ví dụ, điều chỉnh tốc độ bơm theo tốc độ in mong muốn.

Bộ điều khiển thứ nhất 60 cũng có thể tạo ra các lệnh thực thi được bằng bộ điều khiển thứ ba 100 mà có thể kiểm soát lượng vữa khô, ví dụ dòng vữa khô. Bộ điều khiển thứ ba 100 cũng có thể điều khiển việc trộn các thành phần riêng lẻ của vữa khô.

Bằng cách sử dụng hệ thống này, các bộ phận xây dựng chất lượng cao đã được chế tạo.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp in 3-D để sản xuất các bộ phận có thành phần chính là vữa (10) bao gồm chất kết dính thủy lực và các cốt liệu, phương pháp này bao gồm các bước:
 - trộn hợp phần vữa khô bao gồm chất kết dính thủy lực và các cốt liệu với nước, để tạo thành vữa ướt,
 - bơm và vận chuyển vữa ướt đến đầu (20) của máy in được điều khiển bằng máy tính, đầu (20) của máy in này bao gồm vòi in mà qua đó vữa ướt được đùn để tạo thành một lớp, trong đó, trong quá trình vận chuyển này, ít nhất hai đặc tính vật lý của vữa ướt được đo trực tuyến, các đặc tính vật lý này bao gồm độ nhớt và ít nhất một trong số dòng chảy và tỷ trọng, và
 - lắng một lớp vữa ướt (11) trên lớp vữa trước đó (12).
2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó ít nhất hai đặc tính vật lý nêu trên của vữa ướt được ghi trên phương tiện lưu trữ đọc được bằng máy tính.
3. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm trên, trong đó độ nhớt và ít nhất một trong số dòng chảy và tỷ trọng của vữa ướt được đo đồng thời bằng cách sử dụng cùng một cảm biến (30).
4. Phương pháp theo điểm trên, trong đó tỷ trọng, dòng chảy, độ nhớt và nhiệt độ của vữa ướt được đo đồng thời bằng cách sử dụng cùng một cảm biến (30).
5. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm trên, trong đó phép đo trực tuyến ít nhất một đặc tính của vữa ướt xảy ra ngay sau bước trộn.
6. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm trên, trong đó tỷ lệ giữa nước và vữa khô được điều chỉnh tùy theo giá trị của ít nhất một trong số ít nhất hai đặc tính vật lý nêu trên.
7. Phương pháp theo điểm trên, trong đó tỷ lệ giữa nước và vữa khô được điều chỉnh theo thời gian thực.
8. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm 6 và 7, trong đó giá trị định trước, tương ứng khoảng định trước được thiết lập cho ít nhất một trong số ít nhất hai đặc tính vật lý nêu trên, và tỷ lệ giữa nước và vữa khô được điều chỉnh sao cho giá trị của ít nhất một trong số ít nhất hai đặc tính vật lý nêu trên bằng giá trị định trước, lần lượt được

bao gồm trong khoảng định trước này.

9. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm trên, trong đó vữa khô bao gồm các chất phụ gia được chọn từ chất siêu dẻo hóa, chất làm đặc, chất gia tốc, chất ức chế, và hỗn hợp của chúng.

10. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm trên, trong đó kích thước tối đa của các cốt liệu nhỏ hơn hoặc bằng 3 mm.

11. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm trên, trong đó hợp phần vữa khô được điều chỉnh sao cho vữa ướt có tính xúc biến, nhất là sao cho độ nhớt của vữa ướt tăng lên 50 lần hoặc nhiều hơn sau 1 giây kể từ khi rời khỏi cửa xả (20).

12. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm trên, trong đó tỷ trọng của vữa ướt nằm trong khoảng từ 1800 đến 2500 kg/m³, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 2000 đến 2400 kg/m³.

13. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm trên, trong đó dòng chảy của vữa ướt trong quá trình vận chuyển nằm trong khoảng từ 100 đến 20000 L/giờ, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 150 đến 1000 L/giờ.

14. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm trên, trong đó độ nhớt của vữa ướt trong quá trình vận chuyển nằm trong khoảng từ 400 đến 3000 cP, thường là nằm trong khoảng từ 800 đến 1600 cP.

