



(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)



1-0052372

(51)^{2023.01} G06Q 10/06; G06Q 10/0631

(13) B

(21) 1-2022-01252

(22) 28/07/2020

(86) PCT/US2020/043920 28/07/2020

(87) WO2021/021836 04/02/2021

(30) 62/881,614 01/08/2019 US

(45) 27/10/2025 451

(43) 25/08/2022 413A

(73) GCP Applied Technologies Inc. (US)

2325 Lakeview Parkway, Alpharetta, Georgia 30009, USA

(72) TREGGER, Nathan A. (US); ROBERTS, Mark F. (US); STRAKA, Jason (US);
BERODIER, Elise (FR); AUSTIN, Greg (US); HOOPEs, Robert (US).

(74) Văn phòng Luật sư Ân Nam (ANNAM IP & LAW)

(54) PHƯƠNG PHÁP ĐIỀU PHỐI QUÁ TRÌNH PHÂN PHỐI BÊ TÔNG VÀ GIÁM
SÁT ĐIỀU KIỆN THỜI GIAN NINH KẾT CỦA NHIỀU QUÁ TRÌNH ĐẶT BÊ
TÔNG

(21) 1-2022-01252

(57) Sáng chế mô tả phương pháp và hệ thống điều phối quá trình phân phối và đặt tải bê tông tại địa điểm thi công, và cụ thể hơn là điều chỉnh giá trị hoặc khoảng giá trị thời gian ninh kết của tải bê tông, từ đó tạo điều kiện thuận lợi cho hoạt động hoàn thiện hoặc các hoạt động đặt bê tông khác. Theo phương án mẫu, việc điều chỉnh có thể được thực hiện dựa trên việc đánh giá tải bê tông đã đặt trước đó. Giá trị hoặc khoảng giá trị thời gian ninh kết của bê tông có thể được giám sát và điều chỉnh để đạt được các đặc tính mong muốn trong quá trình lắp đặt và/hoặc ở trạng thái đông cứng của bê tông.

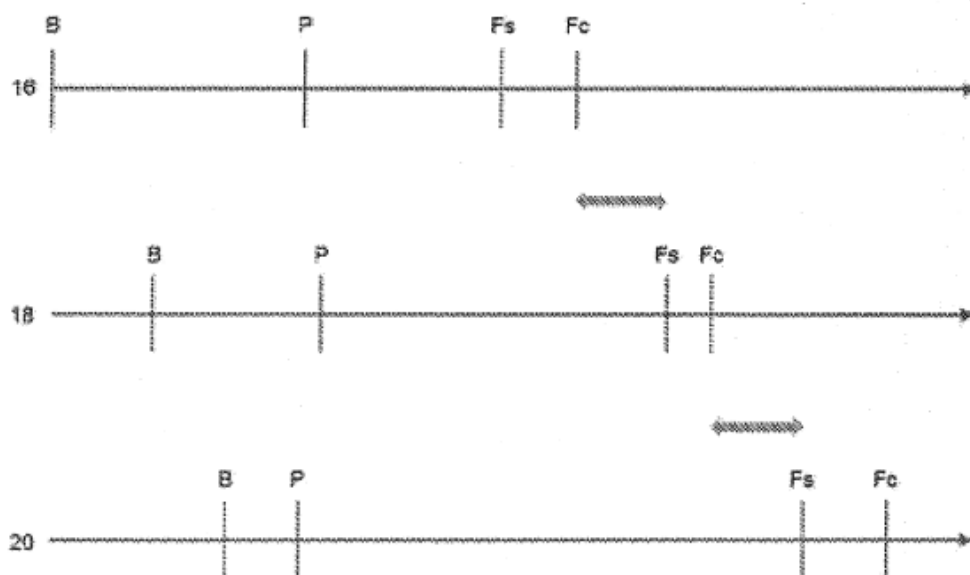


FIG. 2

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến quy trình và hệ thống xây dựng bê tông, và cụ thể hơn là điều phối các giá trị hoặc khoảng giá trị thời gian ninh kết, chẳng hạn như khả năng gia công hoặc cửa sổ có độ bền chịu nén, của tải bê tông được phân phối đến và đặt tại địa điểm thi công.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Việc trộn tải hỗn hợp bê tông thường bao gồm việc đưa xi măng, cốt liệu, nước và các phụ gia hóa học tùy chọn vào thùng trộn quay của xe trộn sẵn trong đó các thành phần được trộn đồng nhất với nhau và được vận chuyển đến địa điểm thi công, nơi hỗn hợp bê tông được đặt.

Thuật ngữ “đặt” hoặc “đổ” có thể được sử dụng sau đây để chỉ các phương thức vận chuyển bê tông đến khác nhau từ thùng xe tải đến vị trí nghỉ cuối cùng tại địa điểm thi công. Quy trình này bao gồm việc đẩy bê tông ra khỏi thùng lên máng từ nơi bê tông có thể chảy hoặc bị đẩy vào khoảng trống hoặc ván khuôn đối với tấm, lòng đường, nền móng, tường hoặc các ứng dụng khác; bơm bê tông đến vị trí trong tòa nhà cao tầng so với mặt đất; phun bê tông lên bề mặt, chẳng hạn như nền móng, tường, hoặc bề mặt đường hầm; hoặc đặt một khối bê tông lên khối bê tông đã đặt trước đó, chẳng hạn như trong quy trình in 3D.

Ví dụ, nếu bê tông được sử dụng để làm tấm ngang, sàn, mặt cầu, vỉa hè hoặc đường đi, thì bê tông sẽ có một khoảng thời gian hoặc cửa sổ tương đối hẹp mà trong đó bê tông có thể được “hoàn thiện”. Việc hoàn thiện bao gồm nhiều bước khác nhau, chẳng hạn như cán nền và làm nhẵn bề mặt (láng) để đảm bảo độ bền của bề mặt. Quản đốc (hoặc người quản lý) tại địa điểm xây dựng sẽ muốn có cảm giác về “thời gian ninh kết bắt đầu”, hay nói cách khác, sẽ muốn dự đoán thời điểm khi bê tông được đổ đầu tiên phát triển độ bền để nó có thể gia công được (tức là khả năng được làm nhẵn hoặc chuyển vào vị trí) và quá trình hoàn thiện bề mặt có thể được bắt đầu. Quản đốc cũng sẽ muốn có cảm giác về “thời gian ninh kết cuối cùng” hoặc thời điểm mà sau đó bê tông

mất khả năng gia công và không thể được hoàn thiện được nữa. Điều này đặc biệt xảy ra khi quản đốc không có đội thi công cho mỗi tải bê tông được đổ, và nguồn lực hạn chế phải được điều động trong những khoảng thời gian ngắn.

Việc xác định xem bê tông đã đổ có thể hoàn thiện (làm nhẵn) hay không thường được thực hiện bằng cách đánh giá “độ bóng nước” trên bề mặt bê tông, nhưng việc kiểm tra này mang tính chủ quan và thường bị bóp méo do cần phải hoàn thiện nhanh chóng. Các vấn đề về bụi, các khiếm khuyết về bề mặt bong tróc, và vết nứt trên diện rộng gây khó khăn cho việc xác định khi nào bề mặt bê tông đã sẵn sàng để hoàn thiện. Việc kiểm tra “dấu chân” thông thường để xác định thời gian ninh kết bắt đầu hoặc cuối cùng là chủ quan và dễ xảy ra sai sót.

Nếu bê tông được sử dụng trong các ứng dụng thẳng đứng, chẳng hạn như tường, cột hoặc kết cấu hỗ trợ (ví dụ, các tòa nhà cao tầng), mối quan tâm của quản đốc có thể tập trung vào các khía cạnh khác nhau của thời gian ninh kết. Việc hiểu rõ khi nào bê tông bắt đầu phát triển liên kết bên trong, dẫn đến tăng độ rắn và cuối cùng là độ cứng, sẽ giúp người thi công hiểu rõ hơn về tốc độ thích hợp mà bê tông có thể được bơm hoặc đổ để tránh vỡ ván khuôn. Việc hiểu rõ khi nào bê tông bắt đầu đạt được độ bền chịu nén có thể cho phép quản đốc xác định lúc nào có thể tháo dỡ ván khuôn; hoặc để xác định xem lúc nào phần bê tông tiếp theo có thể được đổ lên trên phần bê tông đã đổ trước đó. Do đó, quản đốc có thể muốn hiểu rõ hơn bản chất của thời gian ninh kết sớm cũng như thời gian ninh kết muộn (ví dụ, độ bền chịu nén của bê tông tại thời điểm 1, 3, 7 hoặc 28 ngày sau khi trộn).

Sáng chế tập trung vào việc xác định *một hoặc nhiều giá trị hoặc khoảng giá trị thời gian ninh kết*, chẳng hạn như thời gian ninh kết bắt đầu, thời gian ninh kết cuối cùng và/hoặc hai hoặc nhiều giá trị thời gian ninh kết. Điều này có thể liên quan đến việc bắt đầu và/hoặc kết thúc của sở khả năng gia công/hoàn thiện cho bê tông (gia công được) nhựa; điều này cũng có thể liên quan đến các giá trị độ bền đối với bê tông đã đông cứng (không gia công được) như độ bền chịu nén ở 4 giờ hoặc ở 1, 3, 7, hoặc 28 ngày, hoặc ở các tuổi khác.

Các nhà thầu tại địa điểm thi công có thể muốn xem xét một giá trị thời gian ninh kết, chẳng hạn như thời gian ninh kết cuối cùng (theo đó bê tông phải được hoàn thiện trước khi đông cứng); hoặc họ có thể muốn xem xét khoảng giá trị thời gian ninh kết

bao gồm, như ví dụ khác, cả thời gian ninh kết ban đầu (sau đó có thể bắt đầu hoàn thiện) và thời gian ninh kết cuối cùng (trước khi quá trình hoàn thiện phải được hoàn thành).

Trong Fig. 1, tác giả sáng chế minh họa vấn đề phổ biến bằng cách sử dụng ba đường thời gian ví dụ đại diện cho ba xe tải phân phối (được chỉ định là ở 10, 12 và 14) chở bê tông trong thùng trộn. Mỗi tải có trạng thái thủy hóa khác nhau. Mỗi tải có thời gian trộn (B) bắt đầu tại nhà máy trộn và thời gian đổ (P) khác nhau khi tải được xả tại địa điểm thi công. Như được minh họa bằng hình chữ nhật đường chấm chấm, vấn đề là do các giá trị thời gian ninh kết khác nhau xác định khoảng thời gian hoặc phạm vi thời gian khác nhau: ví dụ thời gian bắt đầu hoàn thiện khác nhau (được chỉ định tại F_s) và thời gian kết thúc hoàn thiện khác nhau (được chỉ định tại F_c). Như được thể hiện trong Fig. 1, bê tông được đổ từ xe tải 10 và 14 có số lần đổ (P) tương tự nhau. Đội hoàn thiện sẽ có thể hoàn thành một tải đổ 10 trước khi làm việc trên tải đổ 14, vì F_c cho tải 10 kết thúc trước khi F_s cho tải 14 bắt đầu. Tuy nhiên, tải 12 có thời gian đổ muộn hơn và thời gian bắt đầu hoàn thiện (F_s) xảy ra muộn hơn so với thời gian bắt đầu cho tải 14. Tải 12 cũng có thời gian kết thúc hoàn thiện (F_c) xảy ra sớm hơn so với thời gian hoàn thiện cho tải 14. Do đó, cách xử lý thời gian ninh kết không điều phối việc đổ bê tông làm phức tạp rất nhiều quá trình hoàn thiện tại địa điểm thi công.

Ngành công nghiệp bê tông cố gắng tổ chức phân phối bê tông bằng cách xếp các xe tải theo đợt ở những khoảng thời gian đã định (ví dụ 15 phút một lần), nhưng giả định cơ bản rằng các xe tải sẽ cùng đến vào những khoảng thời gian cách nhau tại địa điểm thi công thường bị thách thức. Ví dụ, khi di chuyển từ nhà máy trộn (B) đến vị trí đổ (P), xe tải có thể bị trì hoãn do tắc nghẽn giao thông và tắc nghẽn tại địa điểm thi công, hỏng máy bơm tại địa điểm thi công, lỗi định lượng phụ gia, thay đổi nhiệt độ ảnh hưởng đến quá trình thủy hóa của bê tông tại địa điểm thi công, và các vấn đề khác. Sự không đồng nhất trong hỗn hợp bê tông, chẳng hạn như trọng lượng mẻ khác nhau và thiết kế trộn (ví dụ, tải có thể chứa bê tông hoàn nguyên) có thể ảnh hưởng đến trạng thái thủy hóa và làm phát sinh các thay đổi về giá trị thời gian ninh kết (ví dụ F_s , F_c).

Kết quả của các giá trị hoặc khoảng giá trị thời gian ninh kết không kiểm soát được trong bê tông được phân phối tạo ra các vấn đề tốn kém và tiêu tốn nhân công, chẳng hạn như các đoạn bê tông phải được dỡ bỏ và thay thế vì chúng không được hoàn thiện trong thời gian áp dụng được.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Để khắc phục các vấn đề được đề cập ở trên, sáng chế đề xuất phương pháp phân phối bê tông liên quan đến việc điều chỉnh một hoặc nhiều *giá trị hoặc khoảng giá trị thời gian ninh kết* được chỉ định của tải hỗn hợp bê tông được phân phối đến địa điểm thi công, tốt hơn là dựa trên đánh giá của bê tông đã được phân phối và đặt trước đó tại địa điểm thi công, và cho phép bê tông được phân phối có các giá trị hoặc khoảng giá trị thời gian ninh kết được điều phối. Điều này cho phép kiểm soát các đặc tính trong bê tông.

Như thể hiện trong Fig. 2, ba tải bê tông (B) được phân phối bằng xe tải (16, 18, 20) đến địa điểm thi công nơi chúng được đặt (P) theo phương án ví dụ của sáng chế. Trong ví dụ này, trạng thái lưu biến và tốc độ thủy hóa của hỗn hợp bê tông được theo dõi và điều chỉnh sao cho các khoảng giá trị thời gian ninh kết sau khi đặt không trùng nhau. Mặc dù có thể có một số khoảng thời gian trùng nhau (vì phần của đội hoàn thiện có thể bắt đầu di chuyển từ một đoạn bê tông đã đổ để làm việc đến đoạn tiếp theo), với mục đích đơn giản hóa minh họa này, thời gian bắt đầu hoàn thiện (F_s) và thời gian kết thúc hoàn thiện (F_c) đối với ba tải bê tông được đổ 16/18/20 được thể hiện là không trùng nhau. Ví dụ, nếu chỉ có một số lượng công nhân tối thiểu trong đội để hoàn thiện phần bê tông được đặt, các sự kiện thời gian F_s và F_c có thể cách nhau đủ để đội thợ có thể hoàn thiện từng phần đã đổ (ví dụ 16 hoặc 18) trước khi tiếp tục đến phần được đổ tiếp theo (ví dụ 18 hoặc 20). Cũng có thể các khoảng giá trị thời gian ninh kết có thể trùng nhau đôi chút, chẳng hạn như khi quản đốc có thể yêu cầu một số thành viên trong đội hoàn thiện di chuyển từ phần bê tông đã đổ này sang phần bê tông đã đổ khác trong khi hoàn thành quá trình hoàn thiện cần thiết trước khi đông cứng; nhưng mục tiêu là để tránh một số tải bê tông có thời gian ninh kết trùng nhau (ví dụ, Fig. 1 tại 12/14) khi không có đủ số lượng công nhân để hoàn thành các công đoạn hoàn thiện.

Do đó, khái niệm về việc điều phối các giá trị hoặc phạm vi giá trị thời gian ninh kết theo sáng chế bắt đầu bằng việc sử dụng hệ thống quản lý lưu biến bê tông tự động (ví dụ, độ lún) trên các xe tải phân phối bê tông trộn sẵn riêng lẻ, trong đó hệ thống được điều khiển bởi bộ xử lý cho phép giá trị thời gian ninh kết (ví dụ thời gian ninh kết bắt đầu) hoặc khoảng giá trị thời gian ninh kết (ví dụ giá trị thời gian ninh kết bắt đầu và cuối cùng và/hoặc mức độ bền) được nhập vào hoặc tính toán (ví dụ bởi bộ xử lý của hệ thống giám sát độ lún gắn trong xe tải phân phối bê tông).

Sáng chế cũng cho phép điều chỉnh thời gian ninh kết bắt đầu dựa trên số liệu lưu biến bê tông, chẳng hạn như do quản đốc tại địa điểm thi công, hoặc chẳng hạn như dựa trên thông tin từ các xe tải phân phối bê tông khác đang theo dõi các tải bê tông khác nhau được phân phối đến địa điểm thi công, hoặc thậm chí có thể dựa trên số liệu cảm biến thu được từ các cảm biến được đặt phía trên hoặc trên bề mặt của bê tông được đặt hoặc được ráp vào trong bê tông được đặt (hoặc kết hợp của các cảm biến này).

Theo mục đích của sáng chế, khái niệm “*giá trị hoặc khoảng giá trị thời gian ninh kết*” có thể đề cập đến bất kỳ số lượng hoạt động nào, bao gồm: (a) bắt đầu quá trình hoàn thiện; b) kết thúc quá trình hoàn thiện; (c) loại bỏ ván khuôn hoặc khuôn khỏi bê tông (tức là sau khi bê tông cứng lại); (d) cho phép đi lại bằng chân hoặc xe trên bê tông; (e) đúc thêm bê tông lên trên bê tông đã đổ; hoặc các hoạt động tại vị trí đổ khác, chẳng hạn như (f) điều chỉnh cơ chế bê tông dự ứng lực. Giá trị thời gian ninh kết sẽ được cho là bắt đầu từ thời điểm tải bê tông đã được nạp hoặc trộn tại nhà máy trộn, hoặc tái điều chỉnh khác (nếu nó được trả lại từ địa điểm thi công khác hoặc thậm chí từ vị trí đổ khác tại cùng một địa điểm thi công) để phản ánh thời điểm bê tông tươi được trộn trên tải bê tông trả lại. Nói cách khác, giá trị hoặc khoảng giá trị thời gian ninh kết có thể bao gồm số lần bất kỳ của sự kiện thời gian đặt hoặc thậm chí các thuộc tính sau khi đặt, chẳng hạn như độ bền chịu nén bê tông ở các độ tuổi khác nhau, tùy thuộc vào ứng dụng.

Do đó, phương pháp mẫu theo sáng chế để điều phối phân phối bê tông, bao gồm các bước sau:

(A) cung cấp ít nhất hai xe tải phân phối, mỗi xe có thùng trộn chứa tải bê tông và hệ thống được điều khiển bởi bộ xử lý để giám sát lưu biến (ví dụ độ lún, dòng chảy lún, giới hạn chảy) và ít nhất một giá trị hoặc khoảng giá trị thời gian ninh kết (ví dụ thời gian ninh kết bắt đầu, thời gian ninh kết cuối cùng, độ bền chịu nén, hoặc sự kết hợp của các giá trị này) của tải bê tông trong thùng, bộ xử lý được lập trình để thực hiện các chức năng bao gồm:

- (i) tiếp cận ít nhất một giá trị hoặc khoảng giá trị thời gian ninh kết đã lưu được chỉ định cho bê tông được nạp vào trong thùng trộn để phân phối đến địa điểm thi công;

(ii) tính toán ít nhất một giá trị hoặc khoảng giá trị thời gian ninh kết hiện thời cho tải dựa trên sự thủy hóa được giám sát theo thời gian; và

(iii) so sánh ít nhất một giá trị hoặc khoảng giá trị thời gian ninh kết đã lưu với ít nhất một giá trị hoặc khoảng giá trị thời gian ninh kết hiện thời được tính toán; và

(B) điều chỉnh (các) giá trị hoặc (các) khoảng giá trị thời gian ninh kết hiện thời bằng cách đưa chất gia tốc ninh kết, chất làm chậm ninh kết, hoặc hỗn hợp của chúng vào ít nhất một trong ít nhất hai tải bê tông của xe tải phân phối để thực hiện hoặc làm biến đổi các công đoạn theo tuần tự đặt, hoàn thiện, tháo khuôn, loại bỏ ván khuôn, hoặc độ bền chịu nén của tải bê tông được đổ từ ít nhất hai xe tải phân phối.

Theo các phương án mẫu khác, các giá trị thời gian ninh kết đã lưu hoặc hiện thời có thể bao gồm thời gian ninh kết bắt đầu (sau đó quá trình hoàn thiện có thể bắt đầu), thời gian ninh kết cuối cùng (trước đó quá trình hoàn thiện nên được kết thúc); và thậm chí có thể là khoảng giá trị thời gian ninh kết (ví dụ được xác định bởi cả thời gian ninh kết bắt đầu và cuối cùng); và nó cũng có thể bao gồm các sự kiện vị trí khác (ví dụ: sự phát triển sức mạnh của bê tông đổ ở một hoặc nhiều độ tuổi cụ thể, ví dụ: ở 4 giờ, 4 ngày hoặc các độ tuổi khác kể từ thời điểm phân lô). Một lần nữa, có thể có một số chồng chéo về cửa sổ gia công (ví dụ thời gian kết thúc cho lần đổ trước có thể diễn ra sau thời gian bắt đầu lần đổ tiếp theo). Các giá trị thời gian ninh kết cho dù đã được lưu hoặc hiện thời đều có thể được thiết lập, ví dụ, bằng cách theo dõi sự thay đổi nhiệt độ trong bê tông theo thời gian, tốt hơn là tại các độ lún bê tông nhất định, bằng cách sử dụng các hệ thống giám sát độ lún có sẵn trên thị trường gắn trong xe tải giao hàng. Các tác giả sáng chế hình dung rằng việc điều chỉnh giá trị hoặc khoảng giá trị thời gian ninh kết hiện thời cho tải bê tông có thể được thực hiện bằng cách quản lý liều lượng chất gia tốc ninh kết, chất làm chậm ninh kết hoặc hỗn hợp của chúng, bằng cách sử dụng các hệ thống giám sát có sẵn trên thị trường đó (ví dụ hệ thống giám sát VERIFI® từ GCP Applied Technologies Inc. của Cambridge, Massachusetts). Hơn nữa, theo các phương án mẫu khác, địa điểm thi công thứ nhất có thể không phải là “vị trí đổ” cuối cùng, vì sáng chế tạo điều kiện định tuyến lại tải xe tải phân phối hoặc đầy đủ hoặc một phần từ địa điểm thi công thứ nhất đến địa điểm thi công khác để phân phối đầy đủ hoặc một phần tải.

Trong phương án mẫu khác, việc theo dõi sự thủy hóa của mỗi tải bê tông theo thời gian có thể được thực hiện theo một số cách. Ví dụ, nhiệt độ của tải bê tông có thể được đo theo thời gian và được xem xét cùng với lượng trộn (bao gồm kích thước tải tại nhà máy trộn và bất kỳ nước bổ sung hoặc phụ gia nào được thêm vào bất cứ lúc nào, và cũng bao gồm cả tuổi của bê tông).

Sáng chế cũng đề xuất phương pháp để theo dõi các điều kiện thời gian ninh kết của nhiều quá trình đặt bê tông, bao gồm các bước sau:

di chuyển qua nhiều vị trí đặt bê tông tại một địa điểm thi công ít nhất một máy bay không người lái trên không có ít nhất một cảm biến để theo dõi sự thủy hóa theo thời gian của bê tông được đặt (ví dụ: các cảm biến được chọn từ cảm biến quang học, hồng ngoại, âm thanh, sóng vô tuyến, vi sóng, điện trở suất, điện dung và siêu âm) để thu được tín hiệu dữ liệu cho thấy sự thủy hóa;

so sánh các tín hiệu dữ liệu thu được với các tín hiệu dữ liệu được lưu trước đó để có được các giá trị hoặc khoảng giá trị thời gian ninh kết tương quan với dữ liệu về sự thủy hóa theo thời gian thu được từ ít nhất một cảm biến; và

tạo sơ đồ hình ảnh hoặc bản đồ của nhiều vị trí đặt bê tông cùng với các giá trị hoặc khoảng giá trị thời gian ninh kết hoặc các ưu tiên của trình tự được đề xuất dựa trên các giá trị hoặc khoảng giá trị thời gian ninh kết, do đó cung cấp chỉ dẫn về quá trình đặt có thể tuân theo để xử lý tuần tự đối với (a) bắt đầu quá trình hoàn thiện; b) kết thúc quá trình hoàn thiện; (c) loại bỏ ván khuôn hoặc khuôn khỏi bê tông; (d) cho phép đi lại bằng chân hoặc xe trên bê tông; (e) tháo dây cáp được căng khỏi giá bệ đỡ (ví dụ được sử dụng trong các ứng dụng bê tông dự ứng lực); (f) neo hoặc trát vữa dây cáp được căng sau (ví dụ đối với bê tông căng sau); hoặc (g) đúc thêm bê tông lên trên bê tông đã đổ trước đó.

Các lợi ích và đặc tính khác của sáng chế được mô tả chi tiết sau đây.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Việc đánh giá các lợi ích và đặc tính của sáng chế có thể trở nên dễ hiểu hơn khi các mô tả đã viết của các phương án được ưu tiên dưới đây được xem xét với việc tham khảo các hình vẽ, trong đó

Fig. 1 là hình vẽ minh họa lịch trình ví dụ của ba xe tải phân phối trộn sẵn có tải bê tông trong đó các trạng thái thủy hóa không được điều phối, như được giải thích trong phần Tình trạng kỹ thuật của sáng chế ở trên;

Fig. 2 là hình vẽ minh họa lịch trình ví dụ của các xe tải phân phối trộn sẵn có tải bê tông trong đó các trạng thái thủy hóa được điều phối bằng cách sử dụng các phương pháp mẫu theo sáng chế, như được giải thích trong phần Bản chất kỹ thuật của sáng chế ở trên;

Fig. 3 là sơ đồ khối mô tả việc sử dụng UAV (máy bay không người lái trên không có cảm biến) để theo dõi tình trạng ninh kết bê tông tại địa điểm thi công theo các phương án nhất định của sáng chế;

Fig. 4 là đồ thị minh họa mô tả tâm sàn được đo ở hai vị trí đồ, được đánh dấu bằng độ ẩm (tức là M_A và M_B), tại thời điểm cụ thể, $t = 20$ phút, theo các phương án nhất định của sáng chế.

Fig. 5 là biểu đồ của các giá trị độ ẩm đã chuẩn hóa được đo cho từng phần, A và B, theo thời gian, trong đó các ký hiệu “O” và “X” thể hiện các phép đo bằng UAV, đường liền nét thể hiện đường cong logistic phù hợp, đường chấm thể hiện dự đoán trong tương lai và các khu vực bóng mờ ghi nhận các cửa sổ hoàn thiện tối ưu, theo các phương án nhất định; và

Fig. 6 là đồ thị của các giá trị độ ẩm đã chuẩn hóa bao gồm các đạo hàm bậc hai, cho thấy rằng cực biên địa phương có thể liên quan đến các cửa sổ hoàn thiện tối ưu, theo các phương án nhất định.

Fig. 7a là đồ thị của các phép đo giả định được thu thập bằng cách sử dụng UAV (máy bay không người lái có cảm biến) tại thời điểm 10 phút sau thời điểm tham chiếu, theo các phương án nhất định;

Fig. 7b là đồ thị khác của các phép đo giả định được thu thập qua UAV tại thời điểm 30 phút sau thời điểm tham chiếu, theo các phương án nhất định;

Fig. 7c là đồ thị khác của các phép đo giả định được thu thập qua UAV tại thời điểm 60 phút sau thời điểm tham chiếu, theo các phương án nhất định;

Fig. 7d là đồ thị khác của các phép đo giả định được thu thập qua UAV tại thời điểm 80 phút sau thời điểm tham chiếu, theo các phương án nhất định;

Fig. 8 là đồ thị dữ liệu cảm biến cho hai vùng đặt bê tông theo thời gian, cùng với mô hình dự đoán khớp với từng bộ dữ liệu;

Fig. 9 là sơ đồ minh họa các tuyến đường xe tải phân phối bê tông theo các phương án nhất định;

Fig. 10 là đồ thị về kết quả thử nghiệm cho các phép đo quang học khác nhau của bề mặt tấm bê tông được đổ theo thời gian, theo các phương án nhất định;

Fig. 11 là đồ thị minh họa cường độ trung bình của màu sắc của đoạn bê tông được đổ (theo cấp độ xám) theo thời gian có thể tương quan với các đặc tính ninh kết của bê tông, theo với các phương án nhất định;

Fig. 12 là đồ thị minh họa độ tương phản mức độ xám theo thời gian của đoạn nhất định của tấm bê tông được đổ, có thể được sử dụng để đề xuất giá trị hoặc đặc tính thời gian ninh kết, theo các phương án nhất định;

Fig. 13 là đồ thị minh họa phản ứng của cảm biến hồng ngoại (IR) đối với bước sóng 760-1100 nm được phản xạ bởi đoạn bê tông được đổ theo thời gian, theo các phương án nhất định;

Fig. 14 là đồ thị minh họa các giá trị thời gian ninh kết thực tế (được vẽ theo trục hoành) so với các giá trị thời gian ninh kết dự đoán (được vẽ theo trục tung) được lấy từ cơ sở dữ liệu về các thuộc tính hiệu suất của bê tông và các đặc tính vật lý của bê tông như thiết kế hỗn hợp, khối lượng được trộn theo mẻ, hoặc tỷ lệ nước/xi măng;

Fig. 15 là đồ thị minh họa các giá trị thời gian ninh kết thực tế (được vẽ theo trục hoành) so với các giá trị thời gian ninh kết dự đoán (được vẽ theo trục tung) được lấy từ cơ sở dữ liệu khác về các thuộc tính hiệu suất của bê tông và các đặc tính vật lý của bê tông như thiết kế hỗn hợp, khối lượng được trộn theo mẻ, hoặc tỷ lệ nước/xi măng.

Mô tả chi tiết các phương án thực hiện sáng chế

Như được sử dụng trong bản mô tả này, các thiết bị và phần khác nhau có thể được mô tả là "bao gồm" các bộ phận khác. Như được sử dụng ở đây, các thuật ngữ "bao gồm", "gồm có", "có", "có thể", "chứa" và các biến thể của chúng có nghĩa là các cụm từ, từ hoặc thuật ngữ chuyển tiếp kết thúc mở, tức là không loại trừ khả năng bao gồm các bộ phận bổ sung.

Thuật ngữ “bê tông” thường dùng để chỉ hỗn hợp xi măng (thường chứa các vật liệu kết dính bổ sung như đá vôi, tro bay, xỉ lò luyện sắt được tạo hạt và các vật liệu puzolan khác) và cốt liệu (ví dụ, cốt liệu mịn như cát, cốt liệu thô như sỏi) và tùy chọn một hoặc nhiều phụ gia hóa học (ví dụ chất hóa dẻo để làm tăng khả năng gia công, chất gia tốc ninh kết, chất làm chậm ninh kết, chất tạo khí, chất khử khí, phụ gia giảm co rút nhựa, chất ức chế ăn mòn (đối với thép cây) để điều chỉnh bê tông ở trạng thái dẻo hoặc cứng. Bê tông được coi là vật liệu có thể thủy hóa khi việc bổ sung nước vào hỗn hợp xi măng và cốt liệu sẽ bắt đầu phản ứng đông cứng.

Thuật ngữ “xi măng” bao gồm xi măng có thể thủy hóa như xi măng poocăng được sản xuất bằng cách tán thành bột clinke có chứa canxi silicat, aluminat và aluminoforit thủy lực, và một hoặc nhiều dạng canxi sulfat (ví dụ thạch cao) làm chất hỗ trợ được nghiền chung. Thông thường, xi măng poocăng được kết hợp với một hoặc nhiều vật liệu kết dính bổ sung, như tro bay, xỉ lò luyện sắt được tạo hạt, đá vôi, puzolan tự nhiên hoặc hỗn hợp của chúng, và được cung cấp như chất pha trộn, tất cả các vật liệu này liên kết các cốt liệu lại với nhau để tạo nên bê tông. Do đó, “xi măng” và “chất gắn kết xi măng” cũng có thể bao gồm các vật liệu kết dính bổ sung đã được nghiền chung với xi măng poocăng trong quá trình sản xuất.

Thuật ngữ “(các) xe tải phân phối bê tông”, còn được biết là (các) xe tải bê tông trộn sẵn, có nghĩa là và dùng để chỉ phương tiện có thùng trộn có thể quay với trục quay không thẳng đứng. Các thùng trộn đó thường có ít nhất một lưỡi hoặc cánh được gắn trên thành trong của thùng và được bố trí theo hình xoắn ốc xung quanh trục quay, sao cho chuyển động quay của thùng theo một hướng sẽ ép các thành phần bê tông về phía đầu đóng của thùng (do đó, ở chế độ trộn hoặc tải); trong khi chuyển động quay theo hướng ngược lại sẽ đẩy vật liệu qua đầu mở của thùng (do đó, ở chế độ đổ hoặc đẩy).

Thuật ngữ “thời gian trộn” hoặc “thời gian trộn theo mẻ” được chỉ định là “B” trong Fig. 1 và 2 và được sử dụng để chỉ các sự kiện khác nhau, bao gồm, ví dụ: (a) thời điểm mà xe tải bắt đầu nhận bê tông hoặc các thành phần hỗn hợp nhất định để làm bê tông (ví dụ xi măng, cốt liệu, nước, phụ gia hóa học tùy chọn) vào thùng trộn; (b) thời điểm mà một hoặc nhiều phụ gia hóa học (ví dụ chất phụ gia siêu dẻo, chất làm chậm ninh kết, chất gia tốc ninh kết, hoặc hỗn hợp của chúng) được bổ sung vào thùng trộn có chứa bê tông hoặc các thành phần bê tông; (c) thời gian mà các vật liệu đã được trộn với nhau trong thùng trộn và được xác định là trộn đều (ví dụ có thể được xác định bằng

cách xác nhận rằng các chỉ số cảm biến về độ lún là tương đối không đổi trên số lần quay thùng được xác định trước); hoặc (d) thời điểm mà xe tải rời nhà máy trộn.

Ví dụ, nhà máy trộn cụ thể có thể cho biết thông thường thời gian mà các thành phần được đưa vào thùng trộn, và điều này có thể được ghi lại hoặc ghi nhớ trong phiếu lô điện tử hoặc giấy; và, nếu xuất phiếu lô điện tử, thì thời gian có thể được truyền đến trung tâm điều độ và/hoặc hệ thống giám sát độ lún tự động của xe tải phân phối mà bê tông được tải vào đó, và điều này có thể được sử dụng để xác định giá trị hoặc khoảng giá trị ninh kết cho tải nhất định.

Thuật ngữ “đổ” có nghĩa là hoặc dùng để chỉ khi toàn bộ hoặc một phần tải bê tông được đổ, phun hoặc lắng đọng ở vị trí nghỉ cuối cùng tại đại điểm thi công. Có thể thực hiện nhiều lần đổ. Ví dụ, lần đổ đầu tiên có thể được thực hiện để kiểm tra các đặc tính của bê tông. Có thể điều chỉnh bê tông tiếp tục được đổ. Có thể đổ một phần nếu chỗ chứa để nhận bê tông đã đầy, hoặc, nếu sau khi kiểm tra các đặc tính của bê tông, tải bị từ chối. Trong những trường hợp này, bê tông có thể được trả lại cho nhà máy trộn, hoặc đến vị trí khác trên cùng một địa điểm thi công hoặc địa điểm thi công khác, để bê tông còn lại có thể được sử dụng.

Đối với mục đích của Fig. 1 và 2, “đổ” được chỉ định là “P” và đề cập đến thời điểm khi tải bê tông đầy đủ hoặc một phần được đẩy khỏi xe tải phân phối tại địa điểm thi công. Một xe tải có thể có nhiều lần đổ. Ví dụ, lần đổ ban đầu có thể được thực hiện để kiểm tra các đặc tính bê tông, và để cho phép thực hiện điều chỉnh bê tông, do đó các phần còn lại của tải cụ thể có thể được đẩy khỏi xe tải vào vị trí.

Cũng có thể thực hiện đổ một phần nếu ván khuôn, khuôn, hoặc phễu bơm để nhận hỗn hợp bê tông đã đầy. Ví dụ khác, có thể thực hiện đổ một phần nếu tải cụ thể bị từ chối; và bê tông bị từ chối có thể được trả lại nhà máy trộn hoặc đến vị trí khác trên cùng một địa điểm thi công hoặc địa điểm thi công khác nơi bê tông còn lại được đưa vào sử dụng.

Ý nghĩa của khái niệm “giá trị hoặc khoảng giá trị thời gian ninh kết” như được sử dụng ở đây và sự mô tả ở trên sẽ phụ thuộc vào ứng dụng cụ thể cho tải bê tông nhất định. Khái niệm này có thể chỉ bao gồm thời điểm duy nhất (ví dụ ninh kết cuối cùng) hoặc nó có thể hiểu là khoảng thời gian (ví dụ cả ninh kết ban đầu và ninh kết cuối cùng) như được tính từ việc trộn theo mẻ (hoặc tái tạo bê tông trả lại). Do đó, các giá trị hoặc

khoảng giá trị thời gian ninh kết mẫu có thể bao gồm thời điểm hoặc khoảng thời gian cho bất kỳ một hoặc nhiều hoạt động nào sau đây: (a) bắt đầu quá trình hoàn thiện; b) kết thúc quá trình hoàn thiện; (c) loại bỏ ván khuôn khỏi bê tông hoặc tháo khuôn bê tông; (d) cho phép đi lại bằng chân hoặc xe trên bê tông; (e) tháo dây cáp được căng khỏi giá bệ đỡ (như được sử dụng trong các ứng dụng bê tông dự ứng lực); (f) neo hoặc trát vữa dây cáp được căng sau (ví dụ đối với bê tông căng sau); hoặc (g) đúc thêm bê tông lên trên bê tông đã đổ trước đó.

Như đã giải thích ở trên, đối với các ứng dụng ngang (chẳng hạn như đồ đường cao tốc, tấm, sàn bê tông, v.v.), các giá trị thời gian ninh kết có khả năng quan tâm sẽ bao gồm “thời gian ninh kết ban đầu”, hoặc nói cách khác, thời gian sớm nhất (sau khi trộn theo mẻ hoặc cải tạo bê tông) tại đó có thể bắt đầu đẩy, san phẳng, cán nền, làm nhẵn hoặc kiến tạo bề mặt bê tông bằng cái bay hoặc công cụ hoàn thiện khác (xem ví dụ ACI 302.1R-15). Khi bê tông trở nên quá rắn để hoàn thiện, điều này đôi khi được gọi là “thời gian ninh kết cuối cùng”, thuật ngữ cũng có thể được sử dụng để chỉ thời điểm sau đó ván khuôn hoặc khuôn có thể được loại bỏ. Xem ví dụ, ASTM C191-18a, ASTM C266-18, ASTM C807-18, và ASTM C403-16.

Ví dụ khác, các giá trị hoặc khoảng giá trị thời gian ninh kết khác có thể bao gồm, thời gian ninh kết ban đầu và/hoặc thời gian ninh kết cuối cùng, với đặc tính bê tông sau đổ như độ bền chịu nén. Trong một số dự án tấm đường cao tốc, bê tông đã được mong muốn để đạt được mục tiêu độ bền chịu nén nhất định (400 psi) trong khoảng thời gian nhất định (ví dụ 4 giờ). Một lần nữa, giá trị hoặc khoảng giá trị thời gian ninh kết mà người ta có thể muốn theo dõi và điều chỉnh trong tải bê tông sẽ phụ thuộc vào ứng dụng cụ thể mà tải bê tông sẽ được sử dụng.

Ví dụ khác, đối với các ứng dụng bê tông dự ứng lực, trong đó dây thép, dây cáp hoặc thanh được sử dụng để căng trước cho bê tông, giá trị hoặc khoảng giá trị thời gian ninh kết có thể bao gồm thời gian sớm nhất (từ khi trộn) để neo hoặc trát vữa dây cáp trong bê tông, và/hoặc để tháo dây cáp được căng khỏi giá đỡ.

Thuật ngữ “chỉ định” hoặc “nhập” như được sử dụng ở đây sẽ đề cập đến giá trị hoặc khoảng giá trị ninh kết được nhập vào bộ xử lý để theo dõi và/hoặc điều chỉnh tải bê tông, và điều này có thể bao gồm, ví dụ hệ thống giám sát bê tông được điều khiển bởi bộ xử lý để theo dõi lưu biến (ví dụ độ lún hoặc dòng chảy lún) của tải hỗn hợp bê

tông chứa trong thùng xe tải phân phối. Như đã đề cập ở trên, giá trị hoặc khoảng giá trị thời gian ninh kết này có thể được lấy từ phiếu điện tử được cung cấp bởi nhà sản xuất lô bê tông (ví dụ nhiều nhà máy trộn chỉ đơn giản là sử dụng khoảng thời gian 15 phút làm thời gian trộn theo mẻ, theo đó xe tải phân phối điều khiển dưới hệ thống cấp liệu tải xi măng, cát/đá và nước vào thùng trộn và (các) phụ gia hóa học tùy chọn. Ngoài ra, (các) giá trị hoặc khoảng giá trị thời gian ninh kết có thể được tính bằng bộ xử lý gắn trong (xe tải) dựa trên lưu biến (hoặc độ lún hoặc dòng chảy lún) hoặc các yếu tố khác của bộ xử lý.

Các tác giả sáng chế dự tính rằng các phương pháp và hệ thống mẫu của sáng chế có thể được thực hiện bằng cách sử dụng các hệ thống (giám sát) quản lý độ lún tự động được thương mại hóa bởi GCP Applied Technologies Inc. thông qua chi nhánh của họ Verifi, LLC, ở cả Cambridge, Massachusetts, Hoa Kỳ. Các hệ thống giám sát bê tông đó cho phép người ta quản lý độ lún hoặc các đặc tính lưu biến khác (ví dụ dòng chảy lún, giới hạn chảy, độ nhót) trên đường phân phối bê tông từ nhà máy trộn đến địa điểm thi công nơi bê tông được đặt. Tài liệu sáng chế mô tả các hệ thống giám sát bê tông được điều khiển bởi quy trình tự động khác nhau. Các hệ thống đó có thể được cấu hình và/hoặc lập trình để theo dõi lưu biến và các đặc tính bê tông khác, và để phân phối chất phụ gia vào tải hỗn hợp. Xem ví dụ, bằng sáng chế Hoa Kỳ số 8,020,431; 8,118,473; 8,311,678; 8,491,717; 8,727,604; 8,764,273; 8,989,905; cũng như đơn đăng ký sáng chế Hoa Kỳ số sê-ri 11/834,002 (công bố đơn số Hoa Kỳ 2009/0037026 A1); đơn đăng ký sáng chế Hoa Kỳ số sê-ri 14/052,289 (công bố đơn số 2012/0016523 A1); đơn đăng ký sáng chế Hoa Kỳ số sê-ri 14/052,289 (công bố đơn số 2014/0104066 A1); đơn đăng ký sáng chế Hoa Kỳ số sê-ri 14/052,310 (công bố đơn số 2014/0104972); PCT/US2015/025054 (công bố số WO 2015/160610 A1); và PCT/US2014/065709 (công bố đơn số WO2015073825 A1), được kết hợp để tham khảo ở đây.

Các cảm biến khác, chẳng hạn như cảm biến lực (sử dụng đồng hồ đo ứng suất hoặc độ biến dạng) còn được tin tưởng rằng có thể được sử dụng để theo dõi độ lún của bê tông trong thùng trộn của xe tải. Xem ví dụ, bằng sáng chế Hoa Kỳ số 8,848,061 và công bố đơn Hoa Kỳ số 2015/0051737 A1 của Berman (Sensocrete Inc./GCP Applied Technologies), bằng sáng chế Hoa Kỳ số 9,199,391 của Denis Beaupre và cộng sự. (I.B.B. Rheologie Inc.); và công bố đơn Hoa Kỳ số 2009/0171595 và WO 2007/060272 của Benegas.

Trong khi các hệ thống giám sát bê tông tự động theo thông lệ được sử dụng để theo dõi “độ lún”, sẽ hiểu rằng sáng chế bao gồm việc theo dõi các thông số lưu biến khác bao gồm dòng chảy lún, giới hạn chảy, độ nhót và các thông số lưu biến khác. Thuật ngữ cụ thể “độ lún” được sử dụng để thuận tiện.

Giá trị hoặc khoảng giá trị thời gian ninh kết được chỉ định hoặc được nhập, như đã thảo luận trước đó, có thể được sửa đổi bằng cách sử dụng các hệ thống giám sát bê tông tự động dựa trên dữ liệu được phân tích bởi bộ xử lý của hệ thống. Dữ liệu đó có thể bao gồm dữ liệu thu được từ các cảm biến điện tử được sử dụng tại địa điểm thi công, ví dụ, để có được dữ liệu về độ chứa nước, độ ẩm, nhiệt độ hoặc các tính chất khác. Dữ liệu cũng có thể thu được từ hệ thống giám sát bê tông được sử dụng trên chiếc xe tải (ví dụ dẫn đầu) khác trước đây phân phối bê tông tại cùng một vị trí đổ, và dữ liệu đó có thể bao gồm độ lún, nhiệt độ, hàm lượng nước, tỷ lệ hỗn hợp hoặc trộn theo mẻ, hoặc thông tin khác được lưu hoặc có nguồn gốc bởi hệ thống giám sát gắn trong xe tải.

Trong các phương án mẫu khác nhau, việc sửa đổi các giá trị thời gian ninh kết được chỉ định hoặc được nhập có thể được thực hiện bởi bộ xử lý của hệ thống quản lý dựa trên dữ liệu cảm biến thu được từ các cảm biến được sử dụng để theo dõi một hoặc nhiều đặc tính của bê tông sau khi nó được đặt (tức là đổ, đúc, san phẳng, cán nền, làm nhẵn, v.v.) tại địa điểm thi công.

Cảm biến được đặt phía trên hoặc trên bề mặt bê tông. Các tác giả sáng chế hình dung rằng một hoặc nhiều cảm biến lưu động hoặc xách tay có thể được sử dụng để theo dõi bề mặt bê tông một khi nó được đổ vào vị trí. Ví dụ, một hoặc nhiều cảm biến có thể được sử dụng trong “phương tiện tự động trên không” (unmanned aerial vehicle - UAV) hoặc máy bay không người lái, như được giải thích thêm trong các đoạn sau, hoặc có thể được treo trên các cột cầm tay, hoặc treo bằng dây cáp hoặc cụm ròng rọc có thể được di chuyển qua tấm, miếng vá hoặc đoạn bê tông đổ khác. Ví dụ khác, một hoặc nhiều cảm biến có thể được sử dụng trong vòi phun để phun, bơm hoặc lắng đọng bê tông (ví dụ bê tông phun, bơm bê tông vào mỏ, lắng đọng bê tông như trong quá trình in 3D). Các loại cảm biến có thể được sử dụng có thể được chọn từ cảm biến quang học, hồng ngoại, âm thanh, sóng vô tuyến, vi sóng, điện trở suất, điện dung, và siêu âm, và các loại cảm biến khác, tất cả đều là các loại cảm biến được biết đến để đo đặc tính của bê tông trong khi ở trạng thái dẻo và/hoặc cứng lại của nó.

Cảm biến trên máy bay không người lái. Cụm từ “phương tiện tự động trên không” (UAV), hoặc máy bay không người lái, đề cập đến các thiết bị có thể được bay bằng cách điều khiển từ xa và có thể mang theo một hoặc nhiều cảm biến để giám sát các việc đặt bê tông tại địa điểm thi công và máy phát không dây để gửi tín hiệu dữ liệu đến bộ xử lý, chẳng hạn như bộ xử lý gắn trong xe tải phân phối bê tông, liên lạc với một hoặc nhiều bộ xử lý trên đám mây, trên một hoặc nhiều xe tải phân phối khác và/hoặc trên một hoặc nhiều thiết bị di động, bao gồm điện thoại thông minh, máy tính bảng hoặc các thiết bị di động khác tại địa điểm thi công. Ví dụ, trong bằng sáng chế Hoa Kỳ 8,599,646, Parrot mô tả việc sử dụng máy bay không người lái có thiết bị đo từ xa siêu âm để đo khoảng cách và địa hình mà không bị nhiễu từ tín hiệu của máy bay không người lái lân cận. Trong đơn sáng chế Hoa Kỳ 13/998871, Newman mô tả hệ thống thu thập dữ liệu cho phép máy bay không người lái thu thập dữ liệu hình ảnh, xử lý dữ liệu đối với các bất thường, và ghép nối hình ảnh với vị trí thực tế. Đơn sáng chế Hoa Kỳ 14/843455 (MetLife) mô tả việc sử dụng máy bay không người lái để thu thập dữ liệu, chuyển đổi dữ liệu thành thông tin liên quan và truyền thông tin dữ liệu thông qua liên lạc không dây. Cũng đã có những cải tiến có thể cho phép sử dụng máy bay không người lái ở những khu vực khó khăn. Bằng sáng chế Hoa Kỳ 8,874,283 mô tả các phương pháp cho phép máy bay không người lái được sử dụng trong không gian kín và được điều khiển có hoặc không có tầm nhìn đến máy bay không người lái, có thể có lợi tại công trường xây dựng.

Trong lĩnh vực xây dựng, máy bay không người lái đã được sử dụng chủ yếu trong việc cho phép số hóa và trực quan hóa các công trường xây dựng (xem, ví dụ CN 104536456A). Chúng đã được sử dụng để chụp ảnh trên không có thể được trình bày cho các nhà thầu hoặc các nhà hoạch định địa điểm khác (xem ví dụ Tremco SkyBEAM™ Asset Mapping). Trong đơn sáng chế Hoa Kỳ 2017/0016874A1, máy bay không người lái có thể thu thập tín hiệu dữ liệu từ các cảm biến được nhúng trong bê tông tại công trường xây dựng.

Cảm biến được nhúng trong bê tông. Trong các phương án mẫu của sáng chế, có thể sử dụng cảm biến nhúng. Chúng được đặt vào trong vữa của bê tông được đổ, hoặc buộc vào thanh cốt thép trước khi bê tông được đổ vào khuôn hoặc ván khuôn, và truyền dữ liệu tương ứng với độ ẩm, nhiệt độ, độ cứng và các đặc tính khác của bê tông được đặt, thông qua các phương tiện có dây hoặc không dây. Ví dụ, cảm biến nhúng đã

được sử dụng trong kết cấu bê tông để giám sát cấu trúc, xem ví dụ bằng sáng chế Hoa Kỳ 4,943,930, Hoa Kỳ 8,913,952); phát triển độ bền, xem ví dụ bằng sáng chế Hoa Kỳ 7,551,085; đo độ ẩm, xem ví dụ công bố đơn Hoa Kỳ. số 2007/0116402; cũng như các đơn khác, bao gồm phát hiện sự ăn mòn, xem ví dụ công bố đơn Hoa Kỳ số 2015/0048844). Các cảm biến thậm chí còn được hình dung là sẽ được đặt bên trong bê tông dẻo được chứa trong các xe tải phân phối bê tông, xem ví dụ công bố đơn Hoa Kỳ số 2015/0212061, và nhằm theo dõi các đặc tính như độ lún, nhiệt độ và độ ẩm cùng những đặc tính khác. Các cảm biến này có thể ở lại trong bê tông khi nó được đổ và cung cấp, ví dụ, chỉ số nhiệt độ có thể được sử dụng để dự đoán sự phát triển độ bền của tấm bê tông đông cứng. Một số cảm biến có sẵn trên thị trường có thể nhúng được vào bê tông và tạo ra các tín hiệu chỉ thị hoặc tương ứng với nhiệt độ và/hoặc (các) trạng thái độ ẩm của bê tông. Chúng bao gồm Giatec của Canada (cảm biến SMARTROCK™ và BLUEROCK2™), Concrete Sensors Co. của Cambridge, Massachusetts (cảm biến NOVOCRETE™); MATOlog của Phần Lan (ví dụ cảm biến CURE™); Wake Inc. của Grandville, Michigan, (cảm biến HARDTRACK™); Quadrel LLC của Pittsburgh, Pennsylvania (cảm biến vOrb™); Flir của Wilsonville, Oregon (cảm biến INTELLIROCK™); và AOMS của Canada (cảm biến LUMICON™).

Nhiều cảm biến được đề cập ở trên đo độ ẩm thông qua các phép đo điện trở suất hoặc điện dung và bao gồm một cặp nhiệt điện và/hoặc cảm biến áp điện để đo nhiệt độ, và chúng truyền tín hiệu dữ liệu không dây đến các thiết bị cầm tay, bộ xử lý từ xa và/hoặc đám mây trong thời gian thực theo dõi và ghi dữ liệu nhiệt độ, độ ẩm và các dữ liệu về độ trương thành khác. Dữ liệu tín hiệu của các cảm biến như những cảm biến này có thể tương quan với một hoặc nhiều đặc tính vật lý (ví dụ độ bền chịu nén tại các thời điểm khác nhau sau khi trộn) và được sử dụng bởi bộ xử lý hệ thống của hệ thống giám sát độ lún để điều chỉnh tải bê tông hiện thời, chẳng hạn như bằng cách đưa vào một hoặc nhiều chất gia tốc ninh kết, chất làm chậm ninh kết, hoặc hỗn hợp của cả hai, vào bê tông.

Một số cảm biến được đề cập trong phần trên có thể được nhúng trong bê tông cũng có thể được sử dụng khi đặt trên hoặc bố trí trên bề mặt bê tông. Ví dụ, một hoặc nhiều cảm biến có thể được gắn chặt vào ván khuôn hoặc khuôn mà bê tông được đúc; hoặc buộc hoặc gắn chặt vào thanh cốt thép, tấm ốp, tường hầm, móng, hoặc kết cấu khác mà bê tông được đúc hoặc phun.

Các phương án mẫu khác nhau của sáng chế, với một số khía cạnh mẫu khác cho các phương án khác nhau này, được trình bày dưới đây.

Theo phương án mẫu thứ nhất, sáng chế đề xuất phương pháp điều phối việc phân phối bê tông, bao gồm:

(A) cung cấp ít nhất hai xe tải phân phối, mỗi xe có thùng trộn chứa tải bê tông và hệ thống được điều khiển bởi bộ xử lý để giám sát lưu biến (ví dụ độ lún, dòng chảy lún, giới hạn chảy) và ít nhất một giá trị hoặc khoảng giá trị thời gian ninh kết (ví dụ thời gian ninh kết ban đầu, thời gian ninh kết cuối cùng, độ bền chịu nén, hoặc sự kết hợp của các giá trị này) của tải bê tông trong thùng, bộ xử lý được lập trình để thực hiện các chức năng bao gồm:

- i. tiếp cận ít nhất một giá trị hoặc khoảng giá trị thời gian ninh kết đã lưu được chỉ định cho bê tông được nạp vào trong thùng trộn để phân phối đến địa điểm thi công;
- ii. tính toán ít nhất một giá trị hoặc khoảng giá trị thời gian ninh kết hiện thời cho tải bê tông dựa trên sự thủy hóa được giám sát theo thời gian; và
- iii. so sánh ít nhất một giá trị thời gian ninh kết hoặc khoảng giá trị được lưu với ít nhất một giá trị thời gian ninh kết hoặc khoảng giá trị hiện thời được tính toán; và

(B) điều chỉnh (các) giá trị hoặc (các) khoảng giá trị thời gian ninh kết hiện thời bằng cách đưa chất gia tốc ninh kết, chất làm chậm ninh kết, hoặc hỗn hợp của chúng vào ít nhất một trong ít nhất hai tải bê tông của xe tải phân phối để thực hiện hoặc làm biến đổi các công đoạn theo tuần tự đặt, hoàn thiện, tháo khuôn, loại bỏ ván khuôn, hoặc độ bền chịu nén của tải bê tông được đổ từ ít nhất hai xe tải phân phối.

Theo khía cạnh thứ nhất của phương án mẫu thứ nhất, hệ thống giám sát lưu biến (ví dụ độ lún) có thể dựa trên việc sử dụng một hoặc nhiều cảm biến áp suất thủy lực (xem ví dụ bằng sáng chế Hoa Kỳ 8,818,561 liên quan đến cảm biến trên cả cổng nạp áp suất và cổng xả áp suất) cảm biến lực (ví dụ đồng hồ đo độ biến dạng hoặc ứng suất) cảm biến âm thanh, hoặc sự kết hợp của các cảm biến này. Các hệ thống giám sát lưu biến khác nhau đã được mô tả ở trên. Các hệ thống giám sát được ưu tiên đặc biệt dựa

trên (các) cảm biến áp suất thủy lực kết hợp với thiết bị giám sát tốc độ quay của thùng (ví dụ con quay hồi chuyển, gia tốc kế trên thùng hoặc cả hai). Giá trị hoặc khoảng giá trị thời gian ninh kết, cho dù đã được lưu hay hiện thời, có thể được tạo ra, ví dụ thông qua giám sát sự thay đổi nhiệt độ theo thời gian của tải bê tông, tốt hơn là ở độ lún bê tông nhất định, sử dụng hệ thống giám sát độ lún tự động. Việc theo dõi tải bê tông theo thời gian có thể được thực hiện theo một số cách. Ví dụ, nhiệt độ của tải bê tông có thể được đo theo thời gian và được xem xét cùng với lượng trộn theo mẻ (bao gồm kích thước tải tại nhà máy trộn và bất kỳ nước bổ sung hoặc phụ gia nào được thêm vào bất cứ lúc nào, và cũng bao gồm cả tuổi của bê tông). Các tải bê tông sau khi đổ tại địa điểm thi công có các giá trị hoặc khoảng giá trị thời gian ninh kết không trùng nhau mặc dù có thể có một số thời gian gối lên nhau. Theo các phương án mẫu khác, địa điểm thi công thứ nhất có thể không phải là “vị trí đổ” cuối cùng nơi xe tải được định tuyến lại để di chuyển từ địa điểm thi công thứ nhất đến địa điểm thi công khác để phân phối đầy đủ hoặc một phần tải. Việc điều chỉnh giá trị hoặc khoảng giá trị thời gian ninh kết hiện thời cho tải bê tông có thể được thực hiện, ví dụ bằng cách dùng liều lượng của chất gia tốc ninh kết, chất làm chậm ninh kết, hoặc hỗn hợp của chúng.

Theo khía cạnh thứ hai của phương án mẫu thứ nhất, cụm từ xuất hiện ở trên trong phần A(ii) liên quan đến “tính toán ít nhất một giá trị hoặc khoảng giá trị thời gian ninh kết cho tải bê tông dựa trên quá trình thủy hóa được theo dõi theo thời gian” có thể liên quan đến một trong nhiều cách đã biết để theo dõi sự thủy hóa của bê tông theo thời gian, bao gồm, ngoài việc theo dõi sự thay đổi nhiệt độ hoặc tốc độ thay đổi nhiệt độ, hàm lượng nước, sự thay đổi độ lún, hoặc các phương tiện đã biết khác theo dõi trạng thái thủy hóa. Tốt hơn là, việc theo dõi đó bao gồm thông tin liên quan đến lượng vật liệu kết dính được trộn ban đầu cùng với các thành phần bê tông trong thùng trộn, và thông tin này có thể được lấy từ phiếu do nhà máy trộn phát hành.

Theo khía cạnh thứ ba của phương án mẫu thứ nhất, ít nhất hai trong số ít nhất hao xe tải phân phối bê tông đang mang tải bê tông có nguồn gốc từ nhà máy trộn khác nhau.

Theo phương án mẫu thứ hai, có thể dựa trên phương án mẫu thứ nhất được mô tả ở trên, sáng chế đề xuất phương pháp trong đó, trong bước (A), ít nhất ba xe tải phân phối (và tốt hơn nữa là ít nhất sáu xe tải) được cung cấp, mỗi xe có thùng trộn chứa tải bê tông và hệ thống được điều khiển bởi bộ xử lý để giám sát lưu biến và giá trị hoặc

khoảng giá trị thời gian ninh kết của tải bê tông trong thùng, bộ xử lý được lập trình để thực hiện các chức năng (i), (ii), và (iii) như mô tả trước đó; và mỗi xe trong số ít nhất ba xe tải phân phối (và tốt hơn nữa là ít nhất sáu xe tải) điều chỉnh giá trị hoặc khoảng giá trị thời gian ninh kết đã lưu hoặc giá trị hoặc khoảng giá trị thời gian ninh kết hiện thời của tải bê tông.

Theo phương án mẫu thứ ba, có thể dựa trên phương án mẫu thứ nhất hoặc thứ hai ở trên, sáng chế đề xuất phương pháp trong đó cả giá trị hoặc khoảng giá trị thời gian ninh kết đã lưu và giá trị hoặc khoảng giá trị thời gian ninh kết hiện thời được điều chỉnh.

Theo phương án mẫu thứ tư, có thể dựa trên bất kỳ phương án nào trong số các phương án mẫu từ thứ nhất đến thứ ba ở trên, sáng chế đề xuất phương pháp trong đó giá trị hoặc khoảng giá trị thời gian đã lưu được tính toán dựa trên các yếu tố bao gồm tuổi ước tính của bê tông tại thời điểm đổ. Tuổi ước tính có thể được tính toán, ví dụ dựa trên giao thông, điều kiện địa điểm thi công, hoặc các yếu tố khác.

Theo phương án mẫu thứ năm, có thể dựa trên bất kỳ phương án nào trong số các phương án mẫu từ thứ nhất đến thứ tư ở trên, sáng chế đề xuất phương pháp trong đó giá trị hoặc khoảng giá trị thời gian ninh kết được chọn từ giá trị thời gian để (a) bắt đầu quá trình hoàn thiện; (b) kết thúc quá trình hoàn thiện; (c) loại bỏ ván khuôn hoặc khuôn khỏi bê tông; (d) cho phép đi lại bằng chân hoặc xe trên bê tông; (e) tháo dây cáp được căng khỏi giá bệ đỡ (như được sử dụng trong các ứng dụng bê tông dự ứng lực); (f) neo hoặc trát vữa dây cáp được căng sau (như đối với bê tông căng sau); hoặc (g) đúc thêm bê tông lên trên bê tông đã đổ trước đó.

Trong phương án mẫu thứ sáu, có thể dựa trên bất kỳ phương án nào trong số các phương án mẫu từ thứ nhất đến thứ năm ở trên, sáng chế đề xuất phương pháp trong đó giá trị hoặc khoảng giá trị thời gian ninh kết đã lưu được tiếp cận bởi, hoặc được tiếp cận và điều chỉnh bởi ít nhất một trong số các hệ thống được kiểm soát bởi bộ xử lý của xe tải phân phối được lấy từ (a) thông tin phiếu được cung cấp bởi nhà máy trộn cung cấp bê tông trong thùng trộn xe tải (ví dụ thông tin phiếu có thể bao gồm thiết kế hỗn hợp, khối lượng trộn theo lô vật liệu, kích thước tải bê tông, hàm lượng nước hoặc tỷ lệ nước/xi măng, hoặc sự kết hợp của chúng); (b) quản đốc tại địa điểm thi công nơi bê tông từ thùng trộn của xe tải sẽ được đổ (ví dụ quản đốc có thể xem xét các điều kiện

của địa điểm thi công bao gồm nhưng không giới hạn ở nhiệt độ môi trường, độ ẩm tương đối, tốc độ gió, chỉ số UV, tắc nghẽn giao thông, điều kiện của người lao động, v.v.); (c) bộ xử lý nhận tín hiệu dữ liệu từ các cảm biến độ ẩm, độ chứa nước và/hoặc nhiệt độ được nhúng bên trong, đặt trên bề mặt, hoặc được nhúng trong bê tông được đổ hoặc đặt tại địa điểm thi công hoặc địa điểm thi công khác (hoặc sự kết hợp của các cảm biến đó); hoặc (d) bộ xử lý giám sát xe tải phân phối bê tông khác có hệ thống được điều khiển bởi bộ xử lý để giám sát lưu biến và giá trị hoặc khoảng giá trị thời gian ninh kết của tải bê tông (ví dụ xe tải chở hàng dẫn đầu hoặc xe tải phân phối khác đổ bê tông tại địa điểm thi công có giá trị hoặc khoảng thời gian ninh kết sớm nhất).

Theo khía cạnh thứ nhất của phương án mẫu thứ sáu, cảm biến độ ẩm, độ chứa nước, và/hoặc nhiệt độ có thể được nhúng bên trong và/hoặc đặt trên bề mặt bê tông được đổ.

Theo khía cạnh thứ hai của phương án mẫu thứ sáu, một hoặc nhiều cảm biến có thể được treo bên trên bê tông được đổ tại địa điểm thi công bằng cách sử dụng máy bay không người lái, dây cáp, cột, hoặc các phương tiện treo khác. Các cảm biến được ưu tiên cho sáng chế có thể được chọn từ cảm biến quang học, hồng ngoại, âm thanh, sóng vô tuyến, vi sóng, điện trở suất, điện dung và siêu âm, hoặc sự kết hợp của chúng. Các cảm biến này có thể cung cấp tín hiệu dữ liệu chỉ thị tình trạng thủy hóa hoặc tỷ lệ của bê tông, và tín hiệu dữ liệu đó có thể được truyền, tốt hơn là truyền không dây để bộ xử lý hệ thống gắn trên xe tải phân phối có thể giám sát tình trạng thủy hóa hiện thời của tải bê tông, và có thể ghi lại và lưu thông tin để nó có thể được sử dụng như là thông tin lịch sử (đã lưu) và tương quan với giá trị hoặc khoảng giá trị thời gian ninh kết.

Theo khía cạnh thứ ba của phương án mẫu thứ sáu, cảm biến (ví dụ dẫn điện, siêu âm) có thể được sử dụng bên trong ống được sử dụng để áp dụng phun của bê tông phun, vòi phun để lắng đọng bê tông trong quy trình in 3D, hoặc để phóng ra các phần bê tông như làm đường hầm hoặc hình dạng bê tông đúc sẵn.

Theo phương án mẫu thứ bảy, có thể được dựa trên bất kỳ phương án nào trong số các phương án mẫu từ thứ nhất đến thứ sáu ở trên, sáng chế đề xuất phương pháp còn bao gồm bước điều chỉnh ít nhất một giá trị hoặc khoảng giá trị thời gian ninh kết đã lưu, và bước cung cấp báo cáo hoặc chỉ dẫn điều chỉnh được tạo ra từ ít nhất một giá trị hoặc khoảng giá trị thời gian ninh kết đã lưu. Theo khía cạnh thứ nhất của phương án

này, hệ thống giám sát của xe tải phân phối sẽ sử dụng ít nhất một giá trị hoặc khoảng giá trị thời gian ninh kết đã lưu, ví dụ thời gian ninh kết ban đầu, thời gian ninh kết cuối cùng, thời gian loại bỏ ván khuôn khỏi bê tông, và sẽ có thể điều chỉnh giá trị hoặc khoảng giá trị đã lưu dựa trên thông tin dữ liệu mới, như được thu như mô tả trong phương án mẫu thứ sáu ở trên. Do đó, quản đốc tại địa điểm thi công nơi bê tông được đổ (hoặc được phun hoặc được đặt khác) có thể gửi hướng dẫn đến bộ xử lý để thêm 5 hoặc 10 phút vào thời gian ninh kết do sự trì hoãn ở địa điểm thi công. Ví dụ khác, bộ xử lý từ xa hoặc thậm chí bộ xử lý để giám sát tải bê tông của xe tải phân phối có thể nhận tín hiệu dữ liệu hoặc thông tin khác từ cảm biến được nhúng trong hoặc đặt phía trên hoặc trên bê tông đã đổ trước đó, và điều chỉnh giá trị thời gian ninh kết đã lưu để bộ xử lý hệ thống xe tải có thể được sử dụng giá trị đã sửa đổi để điều chỉnh giá trị thời gian ninh kết hiện thời của tải bê tông trong xe tải. Theo các ví dụ khác, hệ thống sẽ có thể ghi lại hoặc xác nhận sự điều chỉnh giá trị hoặc khoảng giá trị thời gian ninh kết đã lưu.

Theo khía cạnh thứ hai của phương án mẫu này, sự điều chỉnh giá trị thời gian ninh kết đã lưu có thể được gửi đến hoặc được truy xuất bởi hệ thống giám sát bê tông trên xe tải phân phối bê tông khác và được sử dụng để điều phối các sự kiện đổ và hoàn thiện tại vị trí đổ.

Theo phương án mẫu thứ tám, có thể được dựa trên bất kỳ phương án nào trong số các phương án mẫu từ thứ nhất đến thứ bảy ở trên, sáng chế đề xuất phương pháp trong đó giá trị hoặc khoảng giá trị thời gian ninh kết được so sánh với giá trị hoặc khoảng giá trị thời gian ninh kết đã lưu về ít nhất một yếu tố được chọn từ nhiệt độ bê tông, tốc độ thay đổi nhiệt độ trong bê tông, lượng trộn theo mẻ hoặc thiết kế hỗn hợp của bê tông, điều chỉnh nước hoặc chất phụ gia (ví dụ chất phân tán xi măng, phụ gia hóa dẻo hoặc siêu dẻo hóa học) được bổ sung vào trong tải bê tông, lưu biến (ví dụ độ lún, dòng chảy lún, giới hạn chảy), hoặc các đặc tính khác của bê tông.

Theo phương án mẫu thứ chín, có thể dựa trên bất kỳ phương án mẫu từ thứ nhất đến thứ tám ở trên, sáng chế đề xuất phương pháp trong đó ít nhất một tải bê tông trong một trong số ít nhất hai xe tải phân phối được trả lại bê tông (ví dụ trả về từ cùng một địa điểm thi công hoặc địa điểm thi công nhau, tùy chọn nhưng có khả năng chứa chất phụ gia làm chậm ninh kết được dùng vào một phần tải còn lại trong thùng trộn), và hơn nữa trong đó so sánh các giá trị hoặc khoảng giá trị thời gian ninh kết đã lưu với hiện

thời bao gồm việc xem xét tuổi của bê tông từ khi trộn ban đầu của bê tông được trả lại từ địa điểm thi công.

Theo phương án mẫu thứ mười, có thể dựa trên bất kỳ phương án từ thứ nhất đến thứ chín ở trên, sáng chế đề xuất phương pháp trong đó tải bê tông thứ nhất từ xe tải phân phối thứ nhất được đổ vào vị trí, và tải bê tông thứ hai từ xe tải phân phối thứ hai được đổ lên trên tải bê tông thứ nhất trong khi tải bê tông thứ nhất ở trạng thái dẻo, và trong đó tải thứ nhất và tải thứ hai có các giá trị hoặc khoảng giá trị thời gian ninh kết trùng nhau.

Ví dụ, trong bằng sáng chế Hoa Kỳ 7,968,178, Scurto và cộng sự bộc lộ rằng tám bê tông thứ hai có thể được đúc lên trên tám bê tông thứ nhất trong khi nó vẫn ở trạng thái hơi dẻo, để tạo ra khu vực tích hợp giữa các tấm đúc liên tiếp. Theo cách này, sáng chế có thể cho phép các giá trị thời gian ninh kết hoặc khoảng giá trị thời gian ninh kết, như giữa việc phân phối tải bê tông liên tiếp hoặc gần đó tại địa điểm thi công, hơi trùng nhau, để tạo điều kiện liên kết giữa bê tông được đổ, phun, in, lắng đọng, hoặc đặt lên trên bê tông trước đó vẫn còn ở trạng thái dẻo. Trong ngành xây dựng, người ta có thể nghe nhà thầu nói về việc đúc “lớp thứ nhất” (ví dụ khối hoặc cấu trúc bê tông thứ nhất), và sau đó đúc “lớp thứ hai” lên trên lớp thứ nhất. Điều này thường liên quan đến bê tông đúc tự gia cố hoặc tự đầm chặt. Mặc dù bê tông, do tính lưu động của nó, có thể được đúc nhanh chóng, bê tông lỏng có thể truyền lực lớn lên ván khuôn, làm tăng nguy cơ “chảy ra” khi ván khuôn thất bại thảm. Dựa trên thời gian ninh kết được điều phối, bê tông lỏng có thể được để cứng lại, khi “lớp” tiếp theo có thể được đúc một cách an toàn trên nó.

Trong phương án mẫu thứ mười một, có thể dựa trên bất kỳ phương án mẫu từ thứ nhất đến thứ mười ở trên, sáng chế đề xuất phương pháp trong đó giá trị hoặc khoảng giá trị thời gian ninh kết đã lưu cho bê tông được phân phối và đặt trước đó tại địa điểm thi công được thu hoặc bắt nguồn từ các tín hiệu dữ liệu được tạo ra bởi ít nhất một cảm biến trong vòi phun, ống, hoặc ống dẫn bê tông khác trong quá trình lắng đọng hoặc phun bê tông qua vòi phun, ống hoặc ống dẫn tại địa điểm thi công. Ví dụ, cảm biến có thể là cảm biến dẫn điện (hoặc hai điện cực cách nhau trong vòi phun và/hoặc ống để có thể gửi dòng điện qua các điện cực và có thể đo độ dẫn điện của bê tông); hoặc cảm biến có thể là loại cảm biến (ví dụ: hồng ngoại (IR), siêu âm) đã đề cập trước đó ở trên.

Theo phương án mẫu thứ mười hai, có thể dựa trên bất kỳ phương án mẫu từ thứ nhất đến thứ mười một ở trên, sáng chế đề xuất phương pháp trong đó một phần của tải bê tông trong ít nhất một trong các xe tải phân phối được đổ tại địa điểm thi công thứ nhất, và, trong vòng mười lăm phút và tốt hơn là trong vòng mười phút sau khi đổ, liều chất làm chậm ninh kết được đưa vào phần còn lại của tải bê tông trong xe tải phân phối, và phần còn lại được vận chuyển bằng xe tải phân phối đến địa điểm thi công thứ hai và đổ vào vị trí tại địa điểm thi công thứ hai. Theo các khía cạnh tiếp theo của phương án này, ít nhất một liều tiếp theo của chất làm chậm ninh kết được dùng cho phần còn lại của tải bê tông trong quá trình vận chuyển từ địa điểm thi công thứ nhất đến địa điểm thi công thứ hai.

Theo phương án mẫu thứ mười ba, có thể dựa trên bất kỳ phương án mẫu từ thứ nhất đến thứ mười hai ở trên, sáng chế đề xuất phương pháp trong đó ít nhất năm (và tốt hơn là ít nhất mười) xe tải phân phối được cung cấp theo bước (A) có tải bê tông có giá trị hoặc khoảng giá trị thời gian ninh kết được điều chỉnh theo bước (B), sự điều chỉnh đã nêu được thực hiện bằng cách tính toán giá trị hoặc khoảng giá trị thời gian ninh kết dựa trên dữ liệu tín hiệu thu được hoặc có nguồn gốc từ ít nhất một cảm biến để theo dõi sự thủy hóa theo thời gian của bê tông được đổ tại địa điểm thi công.

Theo khía cạnh đầu tiên của phương án mẫu mười ba này, dữ liệu về tín hiệu thủy hóa theo thời gian cho nhiều vị trí đặt bê tông tại địa điểm thi công được tạo ra bởi ít nhất một cảm biến được chọn từ siêu âm quang học, hồng ngoại, âm thanh, sóng vô tuyến, vi sóng, điện trở suất, điện dung, và tốt hơn là ít nhất một cảm biến được di chuyển qua các vị trí đặt bê tông bằng máy bay không người lái trên không. Bộ xử lý, chẳng hạn như bộ xử lý được sử dụng để theo dõi lưu biến của tải bê tông xe tải có thể được lập trình để so sánh các tín hiệu dữ liệu thu được với các tín hiệu dữ liệu đã lưu trước đó để thu được các giá trị hoặc khoảng giá trị thời gian ninh kết tương quan với dữ liệu thủy hóa theo thời gian thu được từ ít nhất một cảm biến; và, theo các phương án mẫu khác, bộ xử lý, chẳng hạn như máy tính cá nhân, máy tính xách tay hoặc điện thoại thông minh cầm tay hoặc đồng hồ thông minh có thể được sử dụng để tạo ra sơ đồ hình ảnh hoặc bản đồ của nhiều vị trí đặt bê tông cùng với các giá trị hoặc khoảng giá trị thời gian ninh kết, hoặc các ưu tiên trình tự được đề xuất dựa trên giá trị hoặc khoảng giá trị thời gian ninh kết, qua đó cung cấp chỉ dẫn về các vị trí có thể tuân theo sự giải quyết tuần tự đối với (a) bắt đầu quá trình hoàn thiện; b) kết thúc quá trình hoàn thiện;

(c) loại bỏ ván khuôn hoặc khuôn khỏi bê tông; (d) cho phép đi lại bằng chân hoặc xe trên bê tông; (e) tháo dây cáp đã căng từ giá bệ đỡ (ví dụ được sử dụng trong các ứng dụng bê tông dự ứng lực); (f) neo hoặc trát vữa dây cáp được căng sau (ví dụ đối với bê tông căng sau); hoặc (g) đúc thêm bê tông lên trên bê tông đã đổ trước đó.

Theo khía cạnh thứ hai, trạng thái thủy hóa của các phần bê tông được đặt khác nhau có thể được chỉ dẫn trên màn hình trực quan về phần tối, hoặc các thiết bị hỗ trợ thị giác khác, tương ứng trong độ tối với trạng thái thủy hóa.

Theo phương án mẫu thứ mười bốn, có thể dựa trên bất kỳ phương án mẫu từ thứ nhất đến thứ mười ba ở trên, sáng chế đề xuất phương pháp để theo dõi các điều kiện thời gian ninh kết của tải bê tông được đặt, phương pháp này bao gồm các bước sau:

di chuyển qua nhiều vị trí đặt bê tông tại địa điểm thi công bằng ít nhất một máy bay không người lái trên không có ít nhất một cảm biến để theo dõi sự thủy hóa theo thời gian của bê tông được đặt (ví dụ các cảm biến được chọn từ cảm biến quang học, hồng ngoại, âm thanh, sóng vô tuyến, vi sóng, điện trở suất, điện dung và siêu âm) để thu được tín hiệu dữ liệu cho thấy sự thủy hóa;

so sánh các tín hiệu dữ liệu thu được với các tín hiệu dữ liệu đã lưu trước đó để có được các giá trị hoặc khoảng giá trị thời gian ninh kết tương quan với dữ liệu về sự thủy hóa theo thời gian thu được từ ít nhất một cảm biến; và

tạo sơ đồ hình ảnh hoặc bản đồ của nhiều vị trí đặt bê tông cùng với các giá trị hoặc khoảng giá trị thời gian ninh kết hoặc các ưu tiên về trình tự được đề xuất dựa trên các giá trị hoặc khoảng giá trị thời gian ninh kết, từ đó cung cấp chỉ dẫn về việc đặt bê tông có thể tuân theo để xử lý tuần tự đối với (a) bắt đầu quá trình hoàn thiện; b) kết thúc quá trình hoàn thiện; (c) loại bỏ ván khuôn hoặc khuôn khỏi bê tông; (d) cho phép đi lại bằng chân hoặc xe trên bê tông; (e) tháo dây cáp được căng khỏi giá bệ đỡ (ví dụ được sử dụng trong các ứng dụng bê tông dự ứng lực); (f) neo hoặc trát vữa dây cáp được căng sau (ví dụ đối với bê tông căng sau); hoặc (g) đúc thêm bê tông lên trên bê tông đã đổ trước đó.

Theo khía cạnh thứ nhất của phương án mẫu thứ mười bốn này, sơ đồ hình ảnh hoặc bản đồ có thể được tạo trên thiết bị cầm tay, hoặc, như là ví dụ khác, trên kính bảo hộ được đeo bởi quản đốc công trường. Ví dụ, sơ đồ hình ảnh có thể là hình vẽ hoặc hình ảnh của xe tải phân phối bê tông như được xem trên bản đồ vị trí đổ, và cho phép

các giá trị kỹ thuật số và/hoặc màu sắc được phủ lên hình ảnh xe tải hoặc hình ảnh đoạn bê tông. Do đó, người quản đốc công trường có thể chỉ đạo xe tải phân phối xếp hàng để đổ, hoặc đổ, theo thông tin trực quan như trạng thái đổ (tức là, giá trị thời gian ninh kết); và/hoặc có thể chỉ đạo đội hoàn thiện đến những đoạn bê tông đã đổ có giá trị hoặc đặc điểm ninh kết cần thiết.

Fig. 3 là sơ đồ khối minh họa quá trình mẫu theo các phương án nhất định của sáng chế. Đầu tiên, bê tông được phân phối đến vị trí đặt (khối 22) và sau đó được đổ, trải và đầm (khối 24). Đối với mỗi tải bê tông của xe tải phân phối bê tông (hoặc nhóm tải bê tông của xe phân phối bê tông) do đó được đặt, UAV (hoặc đội UAV) có thể xác định một hoặc nhiều chu vi của bê tông được đặt bằng cách sử dụng phép đo từ xa dựa trên tín hiệu quang học và nhiệt (khối 26). Ví dụ, sự khác biệt màu sắc (được xác định từ việc so sánh hình ảnh tuần tự), hoặc dấu hiệu nhiệt từ bê tông, có thể phân định bê tông đã đổ từ các cạnh khuôn hoặc bê tông đặt sẵn, vì ván khuôn và bê tông thường có nhiệt độ khác nhau. Ngoài ra, phân tích hình ảnh so sánh trước và sau khi đổ cũng có thể giúp xác định chu vi của bê tông được đặt. Sử dụng thông tin này, cơ sở dữ liệu có thể truy cập bởi bộ xử lý có thể được tải lên, ví dụ, nhận dạng của xe tải phân phối bê tông (ví dụ số lượng xe tải phân phối bê tông) đã phân phối bê tông, phiếu lô (chứa các thành phần bê tông hoặc thiết kế hỗn hợp, ví dụ hàm lượng nước), thời gian bê tông được đổ, và vị trí của bê tông. Thông tin này có thể giúp xác định xem tất cả các phần của khuôn có được đổ đầy đúng cách hay không, và nếu không, nhà thầu có thể được cảnh báo rung và bổ sung thêm bê tông.

Cũng như được thể hiện trong Fig. 3, vật thể bê tông có thể được theo dõi cho các đặc tính khác nhau (khối 30, 32, 35, 36 và 38). Ví dụ, UAV có thể quét vật thể bê tông đã đổ cho sự khác biệt về mật độ có thể chỉ ra các vấn đề gia cố cần được giải quyết trước khi bê tông cứng lại. Các công nghệ có sẵn có thể được sử dụng bằng UAV để thực hiện điều này bao gồm máy đo mật độ hạt nhân, radar xuyên mặt đất hoặc tần năng lượng điện dung (xem, ví dụ bằng sáng chế Hoa Kỳ số 5,952,561). Các tác giả sáng chế cũng hình dung rằng các phép đo sóng bề mặt kết hợp không khí có thể được sử dụng trong sáng chế (xem ví dụ công bố đơn sáng chế Hoa Kỳ số 2013/0289896). Nếu sự khác biệt về mật độ được phát hiện (khối 40), các khu vực bị ảnh hưởng có thể được chuyển tiếp đến nhà thầu bằng cách, ví dụ, ứng dụng di động để nhà thầu có thể xem trực quan nơi nhu cầu gia cố cần được giải quyết thông qua nén hoặc rung thêm. Điều này có thể

được thực hiện ví dụ bằng cách chen các thanh rung tại các vị trí cụ thể và thậm chí có thể yêu cầu thêm bê tông để được bổ sung vào. Hơn nữa, các phương pháp thực tế được tăng cường cũng có thể được sử dụng để xem dễ dàng hơn các khu vực có vấn đề (xem, ví dụ bằng sáng chế Hoa Kỳ số 8,922,590 và 8,943,569, cả hai tài liệu này đều được kết hợp ở đây để tham khảo).

Sau khi đặt và gia cố, UAV (máy bay không người lái) có thể định kỳ quét địa hình của vật thể bê tông bằng cách sử dụng, ví dụ, các thiết bị hình ảnh, chẳng hạn như đo từ xa quang học hoặc quét laze mặt đất để xác định các khu vực có điểm cao và thấp cần tinh chỉnh. Trong quá trình cán nền và quá trình xoa nền ban đầu (bao gồm xoa phẳng, tạo góc thẳng, và trát), UAV có thể định kỳ quét vật thể bê tông và xác định các tính chất như độ ẩm bề mặt, có thể được xác định thông qua đo từ xa quang học (ví dụ phản xạ ánh sáng, hoặc so sánh hình ảnh quá khứ với hình ảnh hiện thời), thông qua cảm nhận hồng ngoại gần, nhạy cảm với nước (xem ví dụ bằng sáng chế Hoa Kỳ số 7,265,846, được kết hợp ở đây để tham khảo), thông qua radar (xem ví dụ bằng sáng chế Hoa Kỳ số 9,207,323, được kết hợp ở đây để tham khảo), trong số các phương pháp khác. Quét định kỳ có thể bao gồm quét liên tục, hoặc có thể bao gồm quét liên tục như, ví dụ, bay qua mỗi 5 phút, hoặc mỗi 10 phút, hoặc tuy nhiên tuần suất được coi là cần thiết dựa trên tốc độ ninh kết bê tông hoặc sự thay đổi tốc độ ninh kết. Đường bay qua cũng có thể thay đổi, dựa trên, ví dụ, khu vực của vật thể bê tông đang được theo dõi, hoặc đơn giản là các đường bay không bị cản trở. Khi các phép đo được thu thập theo thời gian và không gian qua vật thể bê tông, các mô hình toán học dự đoán có thể được xây dựng sao cho độ ẩm bề mặt có thể được dự đoán. Các mô hình đó có thể được sử dụng để gửi thông tin hữu ích cho nhà thầu tại công trường xây dựng. Các ứng dụng di động hoặc phương pháp thực tế được tăng cường có thể được sử dụng trên máy tính xách tay hoặc thiết bị điện thoại thông minh để chỉ ra các phần của bê tông đã đổ, ví dụ, độ ẩm bề mặt sẽ sớm vượt quá ngưỡng được xác định trước, theo đó nhà thầu có thể xác định khi nào và ở đâu phải hoàn thành cán nền và xoa nền ban đầu (xem khối 42 của Fig. 3). Bất kỳ quá trình cán nền và/hoặc xoa nền ban đầu bên ngoài của cửa sổ gia công áp dụng sẽ dẫn đến tạo thành bụi hoặc tróc thành từng mảnh của bề mặt bê tông, và do đó mất chi phí sửa chữa mà nên tránh.

Fig. 4 minh họa hình vẽ mắt chim về tấm bê tông đã đổ. Điều này bắt đầu cuộc thảo luận về cách người ta có thể tạo ra các mô hình toán học hữu ích để tạo ra các chỉ

dẫn trực quan về trạng thái thời gian ninh kết cho các tấm đã đổ. Các phép đo độ ẩm được thực hiện trong hai phần đã đổ A và B (hiển thị cạnh nhau để thuận tiện). Fig. 5 minh họa độ ẩm của mỗi phần tấm A và B (66 và 75%) tại thời điểm cụ thể ($t = 20$ phút). Các vị trí đo không phải được căn chỉnh theo kiểu lưới, hoặc được thực hiện nhất quán ở cùng một vị trí. Đối với sự thảo luận này, vị trí của các phép đo theo thời gian sẽ được giữ không đổi. Các phép đo được thực hiện ở mỗi hai vị trí (tại A và B được thể hiện trong Fig. 4) theo thời gian. Khi thu thập được nhiều dữ liệu hơn, mô hình có thể được tinh chỉnh trong thời gian thực. Nói cách khác, đối với mỗi điểm dữ liệu mới được thu thập, mô hình sẽ được xây dựng lại hoặc tinh chỉnh để tính đến dữ liệu mới. Các mô hình dự đoán nhằm mục đích phát hiện một hoặc nhiều tính năng trong các đường cong dữ liệu liên quan đến đặc tính được theo dõi (ví dụ nhiệt độ, độ bền, thời gian ninh kết hoặc độ ẩm) theo thời gian. Tính năng có thể là cực biên địa phương hoặc toàn cầu (ví dụ đỉnh hoặc thung lũng), hoặc điểm uốn, hoặc chỉ đơn giản là vượt quá hoặc rơi xuống dưới ngưỡng được xác định trước. Đối với trường hợp này, người ta cho rằng điểm uốn của đường cong đại diện cho độ ẩm theo thời gian thể hiện cho thời gian tối ưu để hoàn thiện bê tông. Một lần nữa, hoàn thiện bê tông đòi hỏi độ rắn tối thiểu của tấm và độ ẩm tối đa trên bề mặt. Hơn nữa, khi bê tông cứng lại, và nhiều nước thoát khỏi bề mặt, việc hoàn thiện trở nên khó khăn hơn. Do đó, thời gian tối ưu tồn tại.

Trong Fig. 5, phép khai căn độ ẩm hoàn chỉnh thông qua thời gian tối ưu và hơn thế nữa được vẽ cho từng phần. Các ký hiệu “O” và “X” thể hiện cho dữ liệu được thu thập, trong khi đường thể hiện hàm logititc phù hợp bằng cách sử dụng các phương pháp bình phương nhỏ nhất tiêu chuẩn. Khu vực có bóng mờ cho thấy cửa sổ hoàn thiện phù hợp cho các phần A và B. Điều này có thể được xác định thông qua so sánh giữa dữ liệu lịch sử, ví dụ, kiểm tra thâm nhập (xem ví dụ ASTM C403-16) đo cửa sổ hoàn thiện trực tiếp và so sánh với tín hiệu dữ liệu cảm biến thu được trong cùng khoảng thời gian. Như có thể thấy, điểm uốn tồn tại trong cửa sổ. Do đó, nếu điểm uốn có thể được xác định trong thời gian thực, thì nhà thầu có thể được cảnh báo để bắt đầu quá trình hoàn thiện.

Trong một số trường hợp, có thể hữu ích hơn để cảnh báo nhà thầu khi bắt đầu cửa sổ thời gian hoàn thiện, thay vì ở giữa cửa sổ. Trong trường hợp này, đạo hàm bậc hai có thể được tính bằng cách sử dụng các kỹ thuật tính toán tiêu chuẩn trên dạng giả định của hàm phù hợp với dữ liệu (ví dụ hàm logititc, hàm bậc hai, hàm tuyến tính, v.v.). đạo hàm bậc hai liên quan đến thời gian cũng có thể được tính bằng số bằng cách sử

dụng hiệu số hữu hạn. Sử dụng quá trình sau, làm mượt dữ liệu ban đầu có thể là cần thiết, mặc dù dạng hàm giả định (ví dụ hàm logitic) không phải giả định, điều này có thể là lợi thế trong một số trường hợp mà dạng của hàm khó xác định *tiền nghiệm*.

Fig. 6 là đồ thị minh họa phương án mẫu khác, trong đó đạo hàm bậc hai có thể được sử dụng để tạo độ phân giải dữ liệu cao hơn để đề xuất khi quá trình hoàn thiện có thể được bắt đầu hoặc kết thúc.

Ngoài ra, phân tích sâu hơn có thể được thực hiện để dự đoán giá trị thời gian khi quá trình hoàn thiện có thể bắt đầu và kết thúc. Lấy đạo hàm bậc ba liên quan đến thời gian có thể giúp theo dõi mức độ độ gần của đạo hàm bậc ba về 0, điều này cho thấy mức tối đa hoặc tối thiểu trong đạo hàm bậc hai. Dựa trên độ nhanh của đạo hàm bậc ba hội tụ về 0, thời gian cực đại và cực tiểu xuất hiện (và do đó bắt đầu và kết thúc của số hoàn thiện), có thể được dự đoán và báo cáo cho nhà thầu hoặc nhân viên công trường khác.

Sau khi các hoạt động xoa nền ban đầu được thực hiện, bê tông phải rắn lại một chút trước khi thực hiện tạo viên hoặc nổi; sự rắn lại như vậy được mô tả là "... [đang] duy trì [a] áp lực chân với vết lõm chỉ khoảng 1/4 inso (6 mm)." Xem ví dụ ACI/302.1R/-15. Ngoài ra, cảm biến được mang theo trong máy bay không người lái có thể được sử dụng để theo dõi định kỳ các đặc tính như độ rắn của bê tông thông qua phương tiện áp suất (ví dụ đầu dò lực hoặc máy đo thâm nhập gắn trên máy bay không người lái); thông qua bộ phận chuyển đổi/thu/phát sóng siêu âm để đo sóng âm cắt hoặc sóng Rayleigh; hoặc, như ví dụ khác, thông qua cảm biến điện trở suất hoặc nhiệt độ. Phép đo liên tục theo thời gian và không gian (diện tích của vật thể bê tông chẳng hạn như tấm) cho phép xây dựng mô hình toán học dự đoán để có thể dự đoán độ rắn tương tự như những gì đã mô tả trước đó. Ví dụ, theo dõi nhiệt độ để ninh kết ban đầu có thể cho biết thời gian để hoàn thiện vật thể bê tông. Bằng cách lấy đạo hàm bậc hai của nhiệt độ theo thời gian (sử dụng hàm giả định hoặc thông qua hiệu số hữu hạn), giá trị cực đại cục bộ trong đạo hàm bậc hai có thể chỉ ra giá trị ninh kết ban đầu. Cách tiếp cận tương tự có thể được thực hiện với đầu ra từ các cảm biến khác như đã đề cập trước đây. Thông tin này có thể được thể hiện bằng cách sử dụng các mô hình toán học đó, để cung cấp các chỉ dẫn trực quan về việc phân của đoạn bê tông đã đổ thể hiện đầy đủ (ví dụ vượt quá ngưỡng xác định trước). Sử dụng thông tin này, nhà thầu có thể chỉ đạo các thợ hoàn thiện bắt đầu quá trình xoa nền bằng lực và láng trên các phần cụ thể của bê tông. Thứ tự đặt của bê

tông có thể không tương ứng với các phần cần được chú ý trước đó, vì bê tông được đặt, ví dụ, ở những khu vực tiếp xúc nhiều hơn với nắng hoặc gió có thể làm tăng trạng thái thời gian ninh kết; hoặc sự không nhất quán trong các tải bê tông cả xe tải (đặc biệt liên quan đến hàm lượng nước) chẳng hạn (xem ví dụ khối 44 của Fig. 3) cũng có thể thay đổi trạng thái thời gian ninh kết.

Sau khi hoàn tất quá trình xoa nền bằng lực và trong hoạt động lắng, UAV có thể quét định kỳ vật thể bê tông và xác định màu sắc và kết cấu bề mặt thông qua đo từ xa quang học hoặc quét laze trên mặt đất (khối 46 trên Fig. 3). Đo liên tục theo thời gian và không gian (diện tích của vật thể, ví dụ như diện tích của tấm) cho phép so sánh giữa các vị trí để các vị trí không nằm ngoài quy cách (ví dụ thông qua phân tích màu) hoặc chưa hoàn thiện (ví dụ thông qua phân tích kết cấu) có thể được chuyển tiếp đến nhà thầu (một lần nữa, ví dụ thông qua ứng dụng di động hoặc phương pháp thực tế được tăng cường) để chỉ ra những khu vực nào không cần lắng nữa và những khu vực vẫn cần hoàn thiện (khối 50). Điều này có thể ngăn chặn sự biến đổi màu sắc và kết cấu bề mặt có hại.

Trong khi Fig. 4-6 minh họa việc sử dụng mô hình thời gian và không gian cho lưới đơn giản bao gồm hai phần trong đó các phép đo được thu thập ở giữa các phần ở khoảng đều đặn, Fig. 7a-d giải thích cách mô hình dự đoán có thể được phát triển thông qua việc sử dụng dữ liệu được thu thập bằng cách sử dụng một hoặc nhiều cảm biến gắn trong phương tiện tự động trên không (UAV), thường được gọi là máy bay không người lái, theo cách phức tạp hơn, nhưng tổng quát hơn.

Trong Fig. 7a, năm mươi phép đo giả định đã được thu thập bằng cách sử dụng cảm biến trên máy bay không người lái, mỗi vị trí đo được ghi chú bằng vòng tròn với một con số bên cạnh. Không nhất thiết là các phép đo phải được thực hiện theo kiểu lưới thông thường. Trong mỗi Fig. 7a-d, biểu đồ Voronoi được tạo ra bằng cách sử dụng năm mươi phép đo. Mỗi “ô” Voronoi là một khu vực được liên kết với mỗi phép đo. Đây là phương pháp tiêu chuẩn để phân vùng một khu vực thành các khu vực dựa trên một nhóm các điểm trong khu vực. Về bản chất, đối với mỗi phép đo, khu vực hoặc ô được xác định là tất cả các khu vực gần với phép đo đó hơn bất kỳ phép đo nào khác. Fig. 7a sử dụng sắc độ của màu xám cho mỗi vùng tương ứng với giá trị chuẩn hóa. Ví dụ, điều này có thể đại diện cho độ ẩm, nhiệt độ hoặc độ rắn của vật thể hoặc thậm chí là phép

đo âm thanh. Fig. 7a minh họa thêm giá trị chuẩn hóa qua vật thể mười phút sau thời gian tham chiếu (ví dụ khi bê tông được đặt hoặc khi bê tông được trộn).

Các FIG. 7b-d minh họa các phép đo giá trị thời gian ninh kết (trạng thái thủy hóa) giả thuyết tiếp theo bằng cách sử dụng một hoặc nhiều cảm biến trên máy bay không người lái (UAV), được đặt phía trên các phần bê tông đã đổ khác nhau, tại các thời điểm tương ứng là 30, 60 và 80 phút, sau thời gian tham chiếu. Các phép đo không nhất thiết phải ở cùng một vị trí như khoảng thời gian trước đó. Nếu các vị trí khác nhau được đo theo thời gian, tốt hơn là nên thực hiện nhiều phép đo để lấy mẫu đại diện. Có thể hình dung rằng các vùng có trạng thái tương tự của bê tông đã đổ có thể được nhóm lại với nhau (ví dụ nếu sự chênh lệch nhiệt độ giữa hai vùng dưới ngưỡng được xác định trước). Theo tiến triển thời gian, như thể hiện trong phương án mẫu được minh họa trong Fig. 7a đến 7d, các vùng bóng mờ trở nên tối hơn, nhưng không phải tất cả đều ở cùng một tỷ lệ. Cụ thể là, góc dưới bên tay phải không bị tối đi nhanh chóng như phần còn lại của vật thể. Điều này có thể đơn giản là do phần này được đổ muộn hơn phần còn lại của vật thể hoặc vì lý do phức tạp hơn, chẳng hạn như hỗn hợp bê tông không giống nhau (ví dụ hàm lượng nước khác nhau trong tải cụ thể). Trong bất kỳ trường hợp nào, bằng cách sử dụng dữ liệu được thu thập tại mỗi khoảng thời gian cho từng vùng (trong trường hợp này là vùng góc dưới bên tay phải và vùng bổ sung), mối liên hệ hoặc mô hình theo thời gian có thể được phát triển.

Fig. 8 minh họa ví dụ giả định về mô hình được đề xuất ở trên. Mỗi ký hiệu đại diện cho phép đo cảm biến trung bình hoặc giá trị tín hiệu dữ liệu cho khu vực cụ thể tại khoảng thời gian nhất định. Ở phút 60, dữ liệu được sử dụng để làm phù hợp mô hình dự đoán trạng thái trong tương lai, được thể hiện bằng phần chấm của mỗi đường cong. Đường chấm gạch ngang có thể biểu thị ngưỡng để khởi động sự kiện hoàn thiện, chẳng hạn như “bắt đầu xoa nền bằng lực”. Điểm khởi động này có thể được xác định bằng cách so sánh các phép đo với dữ liệu thực nghiệm thu được từ các lần phân phối trước đây. Tốt hơn nữa là, đặc điểm cụ thể (hoặc kết hợp các đặc điểm) có thể tương quan với điểm khởi động.

Fig. 8 cũng minh họa cách hàm logit có thể được sử dụng cho mô hình. Điểm khởi động có thể được tương quan với điểm uốn trên đường cong dữ liệu logit, ví dụ như điểm tại đó đường cong chuyển từ lõm sang lồi (hoặc ngược lại). Sử dụng ví dụ này, quá trình xoa nền bằng lực của các phần bê tông được chỉ ra ở vùng phía dưới bên

phải của Fig. 7c có thể bắt đầu trong khoảng 20 phút, trong khi quá trình xoa nền điện cho các phần khác có thể bắt đầu sau khoảng 3 phút. Công cụ dự đoán này có thể ngăn ngừa hư hỏng bề mặt nghiêm trọng do các hoạt động xoa nền bằng lực bắt đầu (ví dụ) quá sớm hoặc quá muộn.

Nhiều cảm biến khác nhau có thể cung cấp các phép đo theo cả thời gian và không gian để mang lại thông tin có thể chỉ ra thời điểm bắt đầu và kết thúc các công đoạn khác nhau của quá trình hoàn thiện. Mỗi liên hệ có thể được phát triển giữa các hiện tượng vật lý như sự thay đổi độ ẩm bề mặt hoặc độ rắn của vật thể bê tông. Một số mối liên hệ này tồn tại trong tài liệu, ví dụ mối liên hệ giữa các thử nghiệm thâm nhập và độ rắn của tấm. Các mối liên hệ khác yêu cầu phân tích sâu hơn và các thông số bổ sung. Ví dụ nếu sử dụng cảm biến quang học, thị giác máy (xem ví dụ *Machine Vision*, R. Jain, R. Kasturi, B. Schunck) có thể là công cụ toán học hữu ích để chọn ra các đặc điểm trên các hình ảnh tiếp theo có thể liên quan đến, ví dụ, những thay đổi về độ ẩm bề mặt. Việc xác định các đặc điểm về màu sắc, sự tạo bóng và kết cấu có thể đặc biệt hữu ích. Ví dụ, cường độ trung bình, entropy, năng lượng, độ tương phản, tính đồng nhất và các tính toán tương quan có thể được sử dụng để phân tích các hình ảnh tiếp theo theo thời gian (xem ví dụ *Machine Vision*, R. Jain, R. Kasturi, B. Schunck, pp. 234-248). Các đặc điểm khác nhau sẽ ít nhiều nhạy cảm với các tình huống khác nhau (ví dụ tấm trong nhà so với tấm ngoài trời).

Ngoài việc cải thiện hoạt động hoàn thiện, máy bay không người lái còn có những công dụng khác. Ví dụ cùng một phương pháp để thu thập dữ liệu từ vật thể bê tông theo cả thời gian và không gian, có thể được sử dụng để tạo ra mô hình toán học về nhiệt độ, sự thủy hóa (ví dụ như ninh kết ban đầu và cuối cùng), độ bền của bê tông (ví dụ thông qua phương pháp tính độ trương thành như ASTM C1074-17), và sự thay đổi độ ẩm theo thời gian. Khi mỗi điểm hoặc nhóm điểm được ghi lại, (các) phép đo cảm biến có thể được đưa vào bộ xử lý để mô hình dự đoán có thể được tái tạo, hoặc được cập nhật để bao gồm các điểm dữ liệu mới. Do đó, mô hình dự đoán thích ứng với dữ liệu mới và không chỉ là mô hình tĩnh. Dự đoán này còn có thể cho phép nhà thầu đưa ra các quyết định hậu cần tại công trường.

Hơn nữa, các dự đoán về thời gian ninh kết (thời gian ninh kết ban đầu và cuối cùng cũng như thời gian bắt đầu hoàn thiện bề mặt hoặc thời gian có thể kết thúc hoàn thiện bề mặt) có thể được ghi lại cùng với tất cả các dữ liệu khác liên quan đến bê tông

bao gồm tải xe phân phối bê tông đã đóng góp vào phần vật thể bê tông, khối lượng trộn theo mẻ cho từng tải xe phân phối bê tông, độ lún của từng tải xe phân phối bê tông, các đặc tính lưu biến khác của tải xe phân phối bê tông, hàm lượng không khí của tải xe phân phối bê tông, tổng lượng nước và chất phụ gia bao gồm những liều lượng đó trong quá trình vận chuyển cho mỗi tải xe phân phối bê tông, v.v. Bằng cách thu thập những dữ liệu này khi chúng được tạo ra và ghi lại dữ liệu trong cơ sở dữ liệu, có thể tạo ra các mô hình dự đoán bổ sung liên quan đến dữ liệu liên quan cho tải nhất định (tức là dữ liệu trước khi đổ) đến dữ liệu sau khi đổ bao gồm cả thời gian ninh kết. Do đó, đối với tải xe tải phân phối bê tông nhất định được hướng đến địa điểm thi công cụ thể, có thể dự đoán được thời gian ninh kết. Điều này được minh họa qua ví dụ 4 được mô tả sau đây.

Ngoài ra, ước tính thời gian ninh kết có thể thu được bằng cách giả sử tải cụ thể cho cùng một công việc có thời gian ninh kết tương tự với tải trước đó với điều kiện trước khi đổ là tương tự (ví dụ tổng hàm lượng nước nằm trong khoảng 5 pao (2,27 kg) trên mỗi thước khối Anh (khoảng 0,91 mét khối) của bê tông hoặc độ lún trong vòng 1 giây, v.v.). Bằng cách sử dụng thời gian ninh kết dự đoán và so sánh với thời gian ninh kết mục tiêu, có thể thiết lập sự chênh lệch về thời gian ninh kết. Dựa trên sự chênh lệch này, cùng với bất kỳ thời gian tăng thêm nào cần thiết, liều lượng thích hợp của chất làm chậm ninh kết có thể được tính toán và dùng để điều chỉnh thời gian ninh kết của bê tông, sao cho vị trí của bê tông *theo tuyến* hoặc *định tuyến lại* có thể được điều phối, như được giải thích trong phần trình bày chi tiết của các sự minh họa giả định sau đây.

Fig. 9 minh họa ví dụ về hai nhà máy trộn mà mỗi nhà máy thường cung cấp cho hai địa điểm thi công. Sáng chế cho phép một phần hoặc toàn bộ tải, không được sử dụng hoặc bị từ chối tại một trong các địa điểm, được gửi trực tiếp hoặc gián tiếp đến địa điểm khác. Tuyến đường 110 giữa Nhà máy 1 (P_1 tại 102) và Địa điểm thi công A (J_{MOT} tại 104) có thời gian vận chuyển là 45 phút (1 chiều). Tuyến đường 114 giữa Nhà máy 1 đến Địa điểm thi công B (J_B tại 108) có thời gian vận chuyển là 25 phút. Tuyến đường giữa Nhà máy 2 (P_2 tại 116) và J_B có thời gian vận chuyển là 10 phút. Tuyến đường 116 giữa P_2 (106) và J_A (104) có thời gian vận chuyển là 6 phút. Tuyến đường 118 giữa hai địa điểm thi công J_A và J_B có thời gian vận chuyển là 12 phút.

Với tham chiếu đến Fig. 9, giả sử cho các mục đích minh họa rằng Nhà máy 1 (102) được dành riêng để phân phối cho Công trường A trong khi Nhà máy 2 (106) được

dành riêng để phân phối cho Công trường B (108), sáng chế cho phép kịch bản trong đó bê tông từ Nhà máy 1 đến Địa điểm thi công A (104) bị từ chối tại Địa điểm thi công A nhưng có thể được phân phối đến Địa điểm thi công B (108). Để nhận được phiếu cho phép định tuyến lại này, hoặc để điều chỉnh hỗn hợp (ví dụ bổ sung xi măng), xe tải phân phối bê tông thông thường phải đi tuyến đường 110 theo cả hai hướng (tức là nó phải quay lại Nhà máy 1 tại 102) và sau đó đi tuyến đường 112 đến Địa điểm thi công B tại 108. Tổng thời gian yêu cầu của quãng đường di chuyển này là $45 \times 2 + 25 = 115$ phút (không tính thời gian nhận phiếu và điều chỉnh bê tông). Thông thường, Địa điểm thi công B (108) nhận bê tông từ Nhà máy B (106) theo tuyến đường 114, thông thường chỉ mất 10 phút. Do đó, việc phân phối bị từ chối từ Nhà máy 1 lâu hơn 105 phút ($115 \text{ trừ } 10 = 105$) so với các việc phân phối thông thường từ Nhà máy 2 đến Địa điểm thi công B đi dọc theo tuyến đường 114. Do đó, không có gì ngạc nhiên khi thời gian hoàn thiện của bê tông từ Nhà máy 1 sẽ khác so với bê tông từ Nhà máy 2. Điều này dẫn đến các vấn đề nghiêm trọng, vì bê tông từ Nhà máy A có thể ninh kết sớm hơn 105 phút so với bê tông thường được phân phối từ Nhà máy B (106) đến Địa điểm thi công B (108).

Với tham chiếu đến Fig. 9, giả sử cho mục đích minh họa của ví dụ khác, nếu chúng ta cho rằng bê tông từ Nhà máy 2 (106) đến Địa điểm thi công B (108) theo tuyến đường 114 bị từ chối sử dụng tại Địa điểm thi công B, sau đó cho mục đích tái sử dụng tại Địa điểm thi công A, xe tải phân phối thông thường phải đi theo tuyến đường 114 hai lần (vì thông thường nó phải quay lại Nhà máy 2 để lấy phiếu cho phép phân phối cho Địa điểm thi công A) và sau đó đi tuyến đường 116 đến Địa điểm thi công A. Tổng thời gian (một lần nữa, không bao gồm thời gian để nhận phiếu mới và điều chỉnh thiết kế hỗn hợp) sẽ là $10 \times 2 + 6 = 26$ phút. Thời gian này ít hơn 19 phút so với việc phân phối bê tông thông thường từ Nhà máy 1 đến Địa điểm thi công A. Bê tông từ Nhà máy 2 đến Địa điểm thi công A sớm hơn và sẽ ninh kết muộn hơn 19 phút so với bê tông từ Nhà máy 1.

Trong minh họa mẫu khác dựa trên Fig. 9, giả định rằng Nhà máy 1 (102) được dành riêng để phân phối cho Địa điểm thi công A (104), trong khi Nhà máy 2 (106) dành riêng để phân phối cho Địa điểm thi công B (108). Cũng giả sử rằng tải bê tông được phân phối từ Nhà máy 1 đến Địa điểm thi công A bị từ chối, nhưng có thể được phân phối đến Địa điểm thi công B. Theo các phương án mẫu của sáng chế, phiếu điện tử có thể được phát hành ngay sau khi xe tải phân phối bê tông được xác nhận là sẽ phân phối

cho Địa điểm thi công B. Điều này giúp loại bỏ cần phải có xe tải phân phối bê tông, tại Địa điểm thi công A, quay trở lại Nhà máy 1. Thời gian phân phối từ Nhà máy 2 đến Địa điểm thi công B có thể được gửi đến bộ xử lý để hệ thống quản lý bê tông kiểm soát việc giám sát tải bê tông trên xe phân phối bê tông. Điều này có thể dựa trên, ví dụ thời gian của lần phân phối cuối cùng, thời gian trung bình của một số lần phân phối trước đây, hoặc dự đoán trước về lần phân phối tiếp theo. Bộ xử lý cũng nhận được ước tính về việc xe chở bê tông hiện tại có thể đến Địa điểm thi công B từ Địa điểm thi công A, bao gồm cả thời gian bê tông đã di chuyển từ Nhà máy 1 đến Địa điểm thi công A. Trong trường hợp này, thời gian phân phối từ Nhà máy 2 đến Địa điểm thi công B qua tuyến đường 114 là 10 phút, và thời gian phân phối từ Nhà máy 1 đến Địa điểm thi công A và từ Địa điểm thi công A đến Địa điểm thi công B sẽ tổng cộng là 57 phút. Như vậy, bê tông có nguồn gốc từ Nhà máy 1 sẽ già hơn 47 phút so với bê tông có nguồn gốc từ Nhà máy 2. Trong trường hợp này, bộ xử lý tính toán lượng chất làm chậm cần thiết để làm chậm bê tông trong 47 phút, và theo đó chất làm chậm được định lượng trên xe phân phối bê tông. Định lượng có thể được thực hiện thủ công hoặc tự động.

Fig. 9 cũng cho phép người ta xem xét kịch bản khác cho phép bởi sáng chế, trong đó việc phân phối bê tông từ Nhà máy 2 (106) đến Địa điểm thi công B (108) bị từ chối để sử dụng tại Địa điểm thi công B, nhưng có thể được sử dụng tại Địa điểm thi công A. Trong trường hợp này, khi việc phân phối từ Nhà máy 2 đến Địa điểm thi công B xảy ra, bê tông là cần thiết cho Địa điểm thi công A, phiệt điện tử có thể được phát hành (ví dụ cho hệ thống quản lý được điều khiển bởi bộ xử lý trên xe tải phân phối), do đó loại bỏ sự cần thiết của xe tải để quay trở lại Nhà máy 2 và sau đó phải đi từ Nhà máy 2 đến Địa điểm thi công A. Thời gian phân phối từ Nhà máy 1 đến Địa điểm thi công A có thể được gửi đến hoặc lưu trên xe tải, cũng như ước tính cho xe phân phối bê tông hiện thời đến Địa điểm thi công A bao gồm cả thời gian đã đi. Do đó, trong ví dụ này, thời gian phân phối từ Nhà máy 1 đến Địa điểm thi công A là 45 phút và thời gian phân phối từ Nhà máy 2 đến Địa điểm thi công B và từ Địa điểm thi công B đến Địa điểm thi công A tổng cộng là 22 phút. Do đó, bê tông có nguồn gốc từ Nhà máy 2 sẽ được trộn 22 phút sau thời gian trộn đối với bê tông thường được chuyển đến Nhà máy 2 từ Nhà máy 1. Trong trường hợp này, bộ xử lý tính toán lượng chất gia tốc cần thiết để làm nhanh bê tông trong 22 phút, và theo đó chất gia tốc được định lượng trên xe phân phối bê tông. Chất gia tốc có thể được định lượng thủ công hoặc tự động. Ngoài

ra, tài xế xe tải phân phối bê tông hoặc điều phối viên công trường được hướng dẫn đợi khoảng 22 phút trước khi đổ bê tông.

Trong minh họa mẫu khác về lợi ích và đặc trưng của sáng chế, sử dụng Fig. 9 để minh họa, giả định rằng Nhà máy 1 (102) được dành riêng để phân phối cho Địa điểm thi công A (104), và Nhà máy 2 (106) dành riêng để phân phối cho Địa điểm thi công B (108). Cũng giả sử rằng xe phân phối bê tông di chuyển từ Nhà máy 1 đến Địa điểm thi công A bị từ chối, nhưng nó có thể được phân phối đến Địa điểm thi công B. Ngoài ra, thiết kế hỗn hợp của xe phân phối bê tông hiện thời cần được điều chỉnh để phù hợp với yêu cầu hỗn hợp của bê tông vật thể bê tông tại Địa điểm thi công B. Phiếu điện tử được phát hành ngay sau khi xe phân phối bê tông được xác nhận là sẽ phân phối đến Địa điểm thi công B. Bộ xử lý mà xe phân phối bê tông có thể truy cập nhận được thời gian phân phối từ Nhà máy 2 đến Địa điểm thi công B. Điều này có thể dựa trên, ví dụ thời gian của lần giao hàng cuối cùng, thời gian trung bình của một số lần giao hàng trong quá khứ, hoặc dự đoán trước về lần giao hàng tiếp theo. Bộ xử lý cũng nhận được ước tính thời gian để xe phân phối bê tông hiện thời đến Địa điểm thi công B bao gồm thời gian đã di chuyển và ước tính thời gian cần thiết để điều chỉnh thiết kế hỗn hợp trong xe phân phối bê tông, sẽ liên quan đến việc trộn tại nhà máy nhất định. Tại thời điểm này, bộ xử lý được lập trình để xem xét hai phương án thay thế. Phương án thay thế thứ nhất là cho xe phân phối bê tông quay trở lại Nhà máy 1, điều chỉnh hỗn hợp và di chuyển đến Địa điểm thi công B. Phương án thay thế thứ hai là cho xe phân phối bê tông đi đến Nhà máy 2, điều chỉnh hỗn hợp và di chuyển đến Địa điểm thi công B.

Đối với phương án thay thế thứ nhất, tổng thời gian từ Nhà máy 1, Địa điểm thi công A, trở lại Nhà máy 1 và Địa điểm thi công B [qua các tuyến 110, 110 và 112] là $45 \times 2 + 25 = 115$ phút (không kể thời gian điều chỉnh thiết kế hỗn hợp). Chênh lệch thời gian giữa thời gian di chuyển này và ước tính thời gian giữa Nhà máy 2 và Địa điểm thi công B là $115 - 10 = 105$ phút. Do đó, cần phải có chất làm chậm. Trong phương án thay thế này, tại Địa điểm thi công A, bê tông sẽ được định lượng (tự động hoặc thủ công) chất làm chậm để điều chỉnh trong 105 phút. Khi xe phân phối bê tông được điều chỉnh tại Nhà máy 1, các vật liệu bổ sung được bổ sung có thể được định lượng bằng chất làm chậm để bù đắp thời gian di chuyển giữa Nhà máy 1 và Địa điểm thi công B. Toàn bộ liều lượng có thể được bổ sung tại Địa điểm thi công A.

Đối với phương án thay thế thứ hai, tổng thời gian từ Nhà máy 1, Địa điểm thi công A, trở lại Nhà máy 2 và Địa điểm thi công B [qua các tuyến số 110, 116 và 114] là $45 \times 6 + 10 = 115$ phút, không kể thời gian điều chỉnh thiết kế hỗn hợp. Chênh lệch thời gian giữa thời gian di chuyển này và ước tính thời gian giữa Nhà máy 2 và Địa điểm thi công B là $61 - 10 = 51$ phút. Do đó, cần phải có chất làm chậm. Tuy nhiên, trong trường hợp này, nếu chất làm chậm được tính cho thời gian giữa Nhà máy 1, Địa điểm thi công A và Nhà máy 2 (bao gồm bất kỳ thời gian nào cần thiết để điều chỉnh thiết kế hỗn hợp), thì không cần điều chỉnh thêm vì chặng đường còn lại của chuyến đi là giống như sự phân phối được thực hiện trực tiếp giữa Nhà máy 2 và Địa điểm thi công B.

Trong các ví dụ trên, thời gian để điều chỉnh thiết kế hỗn hợp không được bao gồm vì mục đích đơn giản hóa việc tính toán chênh lệch thời gian. Nếu thiết kế hỗn hợp phải được điều chỉnh, thì người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực này dựa trên sự bộc lộ ở đây sẽ hiểu cách điều chỉnh thời gian để bù cho đúng tuổi của bê tông. Đối với cả hai trường hợp này, “liều nhỏ giọt” có thể được sử dụng. Do đó, thay vì đo liều lượng chính xác của chất làm chậm, chất làm chậm được thêm vào đủ để có hiệu lực trong khoảng thời gian nhất định, ví dụ 15 phút. Sau khi khoảng thời gian này hết hạn, nếu cần nhiều chất làm chậm hơn, liều khác sẽ được bổ sung vào, v.v. Điều này được thảo luận và minh họa trong Ví dụ 5.

Khi sáng chế được mô tả ở đây sử dụng số lượng các phương án được hạn chế, các phương án cụ thể này không được dự định để giới hạn phạm vi của sáng chế như sự mô tả và yêu cầu bảo hộ trong tài liệu này. Sự sửa đổi và biến thể từ những phương án được mô tả có tồn tại. Cụ thể hơn là, các ví dụ sau đây được đưa ra như là sự minh họa cụ thể cho các phương án trong yêu cầu bảo hộ. Cũng nên hiểu rằng sáng chế không bị giới hạn ở những mô tả chi tiết nêu trong phần ví dụ. Tất cả các phần và tỷ lệ phần trăm trong các ví dụ, cũng như phần còn lại của bản mô tả, là dựa trên tỷ lệ phần trăm khối lượng khô trừ khi được chỉ rõ.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Ví dụ 1

Fig. 10 là đồ thị minh họa các phép đo quang học thí nghiệm của tấm bê tông theo thời gian. Hỗn hợp bê tông chứa 564 pao (255,83 kg) trên mỗi thước khối Anh (khoảng 0,91 mét khối) (lbs/yd³) xi măng, 1700 lbs/yd³ (1008,57 kg/m³) đá, 1425

lbs/yd³ (845,42 kg/m³) cát, 300 lbs/yd³ (177,98 kg/m³) nước và 7,5 aoxơ (212,62 g) trên một trăm pao vật liệu kết dính (oz/cwt) của WRDA® 64, chất khử nước phạm vi thấp (low-range water reducer - LRWR). Bê tông được trộn theo quy trình sau: trộn đá, cát và 80% nước ở tốc độ cao trong 2 phút; bổ sung xi măng với phần nước còn lại và trộn ở tốc độ cao trong 2 phút; bổ sung LRWR và trộn ở tốc độ cao trong 2 phút; tắt máy trộn và để bê tông nghỉ trong 3 phút và; tiếp tục trộn ở tốc độ cao trong 3 phút. Sau khi trộn, kiểm tra độ lún và không khí của một phần bê tông, trong khi đổ phần bê tông còn lại thành tấm dày 2 phút x 3 phút x 6 in (609,60 mm x 914,40 mm x 152,40 mm), cán nền và xoa nền bằng tay. Sau đó, thu thập hình ảnh mỗi 5 phút từ máy ảnh tĩnh (được hình dung là sẽ được thay thế bằng UAV theo các phương án được bộc lộ trong tài liệu này). Từ mỗi hình ảnh, giá trị trung bình, trung vị và độ lệch chuẩn của mức độ xám được xác định bằng cách sử dụng các công cụ phân tích hình ảnh thông thường (xem ví dụ, Solomon, C. and Breckon, T., *Fundamentals of Digital Image Processing: A Practical Approach with Examples in Matlab*, Wiley-Blackwell).

Từ trên xuống dưới, các giá trị sau được vẽ biểu đồ trong 90 phút trong Fig. 10: tỷ lệ giữa giá trị trung vị và giá trị trung bình, giá trị trung vị, độ lệch chuẩn. Dữ liệu này giúp hình thành mô hình toán học. Trong trường hợp này, hàm logistic tổng quát được làm phù hợp bằng cách sử dụng các công cụ hồi quy tiêu chuẩn. Sử dụng các phương trình này, có thể dự đoán thời gian nước biến mất khỏi bề mặt bê tông đối với phần bê tông nhất định, do đó giúp nhà thầu biết được khi nào cần chuyển sang hoàn thiện phần tiếp theo. Như đã đề cập trước đây, các phép đo như ví dụ này có thể được thực hiện bằng cảm biến dựa trên UAV, và kết hợp với khả năng tự động thu thập các phép đo trên tấm sàn theo thời gian, có thể cho phép các nhà thầu hiểu rõ hơn về trạng thái thời gian ninh kết của bê tông để đảm bảo hoàn thiện thích hợp.

Ví dụ 2

Bê tông thứ hai được chuẩn bị và trộn theo cách tương tự như Ví dụ 1. Thiết kế hỗn hợp được thay đổi thành 625 pao (khoảng 255,83 kg) trên mỗi thước khối Anh (khoảng 0,91 mét khối) (lbs/yd³) xi măng, 1700 lbs/yd³ (1008,57 kg/m³) đá, 1450 lbs/yd³ (860,25 kg/m³) cát, 300 lbs/yd³ (177,98 kg/m³) nước và 4,5 aoxơ (127,57 g) trên một trăm pao vật liệu xi măng (oz/cwt) của WRDA® 190, chất khử nước phạm vi cao (high-range water reducer - HRWR). Tấm 2 phút x 2 phút x 6 in (609,60 mm x 609,60 mm x 152,40 mm) được tạo ra theo cách tương tự như Ví dụ 1, và cũng được

theo dõi theo thời gian bằng máy ảnh tĩnh (một lần nữa, được hình dung để thay thế bằng cảm biến dựa trên UAV). Khác với Ví dụ 1 là vị trí của tấm, được đặt trong khu vực mà ánh sáng có thể thay đổi (ví dụ thay đổi của mây/ánh sáng mặt trời). Trong Fig. 10, cường độ trung vị cho mỗi hình ảnh được hiển thị theo thời gian. Trong ví dụ này, chỉ dẫn kém về xu hướng theo thời gian. Tuy nhiên, thuật toán phân tích kết cấu (*xem ví dụ, Machine Vision*, R. Jain, R. Kasturi, B. Schunck, pp. 236-238, được đưa vào đây để tham khảo) có thể được sử dụng để cải thiện sự tương quan của dữ liệu cảm biến với giá trị thời gian ninh kết của bê tông.

Như được minh họa bằng đồ thị trong Fig. 11, kết quả phân tích độ tương phản rõ ràng hơn nhiều so với những kết quả được hiển thị bằng cách chỉ sử dụng cường độ trung vị. Hơn nữa, mức tối thiểu, là đặc điểm của đường cong, có thể tương quan với thời gian bắt đầu quá trình xoa nền bằng lực.

Ví dụ 3

Các mẫu bê tông tương tự được quan sát bằng máy ảnh tĩnh trong Ví dụ 2 ở trên được quan sát bằng cảm biến cận hồng ngoại, nhạy với bước sóng trong khoảng 750 - 1000 nm. Như thể hiện trong Fig. 12, sau khoảng 150 phút, các chỉ số của cảm biến bắt đầu giảm theo kiểu tuyến tính. Điều này tương ứng với mức tối thiểu cho độ tương phản của ma trận đồng xuất hiện mức độ xám trong Ví dụ 2. Do đó, sự thay đổi trạng thái này có thể được sử dụng để cung cấp chỉ dẫn hoặc tín hiệu về thời điểm có thể bắt đầu quá trình xoa nền bằng lực.

Ví dụ 4

Dữ liệu trước khi đổ. Hệ thống có thể được lập trình để thu thập dữ liệu từ mỗi lần phân phối bê tông. Đầu tiên, khối lượng trộn theo mẻ, bao gồm lượng xi măng, cốt liệu, nước và phụ gia, được ghi lại và lưu trong cơ sở dữ liệu. Thời gian trộn theo mẻ cũng được thêm vào cơ sở dữ liệu. Nhiệt độ của vật liệu cũng có thể được thêm vào cơ sở dữ liệu. Trong quá trình phân phối, bất kỳ nước hoặc phụ gia nào được thêm vào xe tải phân phối bê tông sẽ được thêm vào cơ sở dữ liệu. Tại thời điểm xả, nhiệt độ bê tông cuối cùng, nhiệt độ môi trường hiện thời, độ lún (hoặc dòng chảy lún), hàm lượng không khí (ví dụ từ cảm biến như có bán sẵn dưới thương hiệu CiDRA®), số vòng quay của thùng, thời gian từ khi trộn và thể tích bê tông được ghi lại. Tất cả dữ liệu cho đến thời điểm này có thể được coi là dữ liệu trước khi đổ. Để mô phỏng điều này, 29 hỗn hợp bê

tông đã được thử nghiệm trong phòng thí nghiệm. Cùng một thiết kế hỗn hợp cơ bản được sử dụng, bao gồm 565 pao (256,28 kg) trên mỗi thước khối Anh (pcy) xi măng ASTM Loại I, 1700 pcy (1008,57 kg/m³) cốt liệu thô, 1425 (845,42 kg/m³) pcy cốt liệu mịn, và nước dao động trong khoảng 260 đến 300 pcy (154,25 đến 177,98 kg/m³) nước. Chất khử nước phạm vi cao (HRWR) (ví dụ chất khử nước ADVA®198 của GCP Applied Technologies) được sử dụng ở 4,00 aoxơ (oz) (113,40 g) trên 100 pao (45,36 kg) xi măng (cwt), trong khi chất tạo bọt (ví dụ DAREX®II AEA cũng từ GCP) được sử dụng ở 0,4 oz/cwt. Tất cả các hỗn hợp được trộn bằng cách sử dụng quy trình sau: 1) cho tất cả cốt liệu thô và mịn vào máy trộn với 20% nước và chất tạo bọt; 2) trộn ở tốc độ cao trong 1 phút; 3) bổ sung xi măng và trộn lại ở tốc độ cao trong 2 phút; 3) bổ sung HRWR trong khi tiếp tục trộn thêm 2 phút; 4) dừng máy trộn và nghỉ 3 phút; 5) tiếp tục trộn ở tốc độ cao trong 2 phút; 6) giảm tốc độ và trộn thêm 1 phút; và cuối cùng là 7) dừng máy trộn và bắt đầu kiểm tra. Trong số 48 hỗn hợp: 9 hỗn hợp không có AEA; nhiệt độ đóng rắn là 2°C cho 8 hỗn hợp; và nhiệt độ đóng rắn là 38°C cho 8 hỗn hợp. Đối với 23 hỗn hợp còn lại, nhiệt độ đóng rắn là 20°C. Mỗi hỗn hợp được kiểm tra dữ liệu trước khi đổ: độ lún và hàm lượng không khí.

Dữ liệu sau khi đổ. Hệ thống cũng ghi lại dữ liệu sau khi đổ. Để mô phỏng điều này, đối với mỗi hỗn hợp được kiểm tra các đặc tính trước khi đổ, các đặc tính sau khi đổ cũng được kiểm tra bao gồm thời gian ninh kết ban đầu, thời gian ninh kết cuối cùng và độ bền tại 1, 3, 7 và 28 ngày. Thời gian ninh kết ban đầu và cuối cùng được ước tính bằng cách phân tích sự thay đổi nhiệt độ của xi lanh 4x8 inơ (101,60x203,20 mm) bằng các phương pháp thông thường (ví dụ: www.intrans.iastate.edu/research/documents/research.../CalorimeterReportPhaseIII.pdf). Tất cả dữ liệu được ghi lại trong cơ sở dữ liệu.

Dựa trên dữ liệu trước và sau khi đổ, mô hình rừng ngẫu nhiên được phát triển để dự đoán thời gian ninh kết cuối cùng được phát triển. Dữ liệu được chia thành tập huấn luyện (29 hỗn hợp) và tập kiểm tra (19 kết hợp). Cả hai tập đều bao gồm các mẫu có hàm lượng AEA, hàm lượng nước và nhiệt độ đóng rắn khác nhau. Phân tích mô hình rừng ngẫu nhiên (ví dụ xem https://en.wikipedia.org/wiki/Random_forest) được sử dụng để phát triển mô hình được hiển thị trong Fig. 13, trong đó trục x là thời gian ninh kết thực tế và trục y là thời gian ninh kết dự đoán. Đường đẳng thức được vẽ cùng với các điểm dự đoán cho tập kiểm tra. Mô hình được phát triển bằng cách sử dụng các đặc tính

trước khi đổ: độ lún, không khí, hàm lượng nước, cũng như nhiệt độ đóng rắn. Nhiệt độ đóng rắn này có thể được xác định bằng cách sử dụng điều kiện thời tiết hiện thời và tương lai gần tại địa điểm đổ. Do đó, dữ liệu từ ứng dụng thời tiết có thể được sử dụng để tính toán nhiệt độ đóng rắn.

Cần lưu ý rằng các phương pháp khác nhau có thể được sử dụng để phát triển mô hình. Khi lượng dữ liệu sao chép phát sinh, các kỹ thuật học máy sẽ được áp dụng, bao gồm việc học có giám sát (ví dụ máy vectơ hỗ trợ, phương pháp Bayes, phương pháp rừng ngẫu nhiên, v.v.) và học không giám sát (phân cụm k-means, mạng nơ-ron, v.v.). Điều này sẽ đặc biệt phù hợp khi xem xét nhiều hơn một thiết kế hỗn hợp. Do đó, đầu vào cho mô hình có thể là khối lượng trộn theo mẻ của mỗi thành phần ngoài những gì đã được sử dụng trong ví dụ này.

Với mô hình đã phát triển, dự đoán thời gian ninh kết có thể được thực hiện dựa trên thông tin trước khi đổ từ tải bê tông và những dự đoán này có thể bao gồm các giá trị hoặc các khoảng giá trị về độ lún, không khí, hàm lượng nước và nhiệt độ đóng rắn.

Giá trị thời gian ninh kết dự đoán có thể được so sánh với thời gian ninh kết của bê tông đã được đặt. Để điều phối thời gian ninh kết của tải bê tông, ví dụ sự chênh lệch giữa thời gian ninh kết dự đoán và thời gian ninh kết đã được đặt (dựa trên bất kỳ thời gian nào khác cần thiết trước khi đổ bê tông) có thể được đặt làm đầu vào cho mô hình tính toán liều lượng chất làm chậm ninh kết thích hợp. Các mô hình này lấy sự điều chỉnh thời gian ninh kết làm đầu vào (ví dụ thêm 30 phút) và xuất ra liều lượng chất làm chậm (ví dụ 3 oz/cwt). Các nhà sản xuất bê tông thường sử dụng chất làm chậm ninh kết để điều chỉnh thời gian ninh kết của thiết kế hỗn hợp (nhưng thường chất làm chậm chỉ được bổ sung tại nhà máy trộn); nhưng tuy nhiên, sự hiểu biết chung này về liều lượng và điều chỉnh thời gian ninh kết vẫn tồn tại và được các tác giả sáng chế tin rằng có thể dễ dàng thích ứng cho các phương pháp đồ dọc đường/phân phối theo sáng chế. Như vậy, mô hình chuẩn có thể được sử dụng cho tất cả các hỗn hợp, nhưng có thể hình dung rằng khi thu thập được nhiều dữ liệu hơn (ví dụ liều lượng được dùng và kết quả là các điều chỉnh thời gian ninh kết đã đo được), các mô hình phát sinh từ việc thực hiện các hướng dẫn của sáng chế này có thể được tinh chỉnh với lượng dữ liệu được thu thập tăng lên. Hơn nữa, các đầu vào bổ sung cho mô hình có thể được sử dụng như thiết kế hỗn hợp, khối lượng trộn theo mẻ và dữ liệu trước khi đổ (ví dụ như độ lún, không khí). Một lần nữa, vấn đề được giải quyết thông qua các kỹ thuật máy học.

Sau khi liều lượng chất làm chậm ninh kết được tính toán, chất làm chậm có thể được đưa vào thùng bê tông để điều phối thời gian ninh kết.

Ví dụ 6

Dữ liệu của Ví dụ 5 được phân tích lại bằng phương pháp “chênh lệch” thay vì phương pháp tuyệt đối. Nghĩa là, thay vì dự đoán thời gian ninh kết dựa trên các giá trị tuyệt đối của nhiệt độ, độ lún, không khí, nước hàm lượng, sự chênh lệch giữa hỗn hợp cụ thể và hỗn hợp tham chiếu được phân tích. Mô hình rừng ngẫu nhiên được phát triển sử dụng phương pháp tương tự như trong Ví dụ 5, và kết quả được thể hiện trong Fig. 14 trong đó trục x là thời gian ninh kết thực tế và trục y là thời gian ninh kết dự đoán. Đường đẳng thức được vẽ cùng với các điểm dự đoán cho tập kiểm tra. Một lần nữa, mối tương quan là hiển nhiên và sẽ được cải thiện với tập dữ liệu lớn hơn. Như trong Ví dụ 5, mô hình dự đoán có thể được sử dụng để xác định thời gian ninh kết và do đó xác định sự chênh lệch về thời gian ninh kết.

Ví dụ 7

Thiết kế kết hợp tương tự của ví dụ trước. Quy trình trộn: 1) cho tất cả cốt liệu thô và mịn vào máy trộn với 20% nước và chất tạo bọt; 2) trộn ở tốc độ cao trong 1 phút; 3) bổ sung xi măng và trộn lại ở tốc độ cao trong 2 phút; 3) bổ sung HRWR trong khi tiếp tục trộn thêm 2 phút; 4) dừng máy trộn và nghỉ 3 phút; 5) tiếp tục trộn ở tốc độ cao trong 2 phút; 6) giảm tốc độ và trộn trong 22 phút để mô phỏng việc di chuyển đến địa điểm thi công; 7) loại bỏ 0,25 phút khối (914,40 mm khối) bê tông để mô phỏng việc xả một phần; và cuối cùng là 8) trộn thêm 15 phút ở tốc độ tải. Ba kịch bản đã được so sánh: 1) không bổ sung Recover®, chất làm chậm ninh kết thủy hóa; 2) liều Recover® dùng một lần ngay trước khi trộn sau khi xả 0,25 phút khối (914,40 mm khối); và 3) ba hoặc bốn liều lượng tăng dần (tức là “nhỏ giọt”), tổng liều dùng một lần. Sau khi trộn, đo độ lún, không khí, độ bền và thời gian ninh kết. Ước tính thời gian ninh kết bằng cách sử dụng phương pháp phân số trong phân tích dữ liệu nhiệt độ bán đoạn nhiệt của bê tông. Thời gian tương ứng với độ tăng nhiệt là 21% nhiệt độ tối đa được sử dụng cho ninh kết ban đầu và thời gian tương ứng với độ tăng nhiệt là 41% nhiệt độ tối đa được sử dụng cho ninh kết cuối cùng (xem ví dụ <http://www.nrmcaevents.org/?nav=download&file=541>).

Hai mức liều lượng khác nhau đã được thử nghiệm. Trong mỗi mức, cả liều nhỏ giọt và liều dùng một lần đều có chính xác tổng liều lượng như nhau. Mức liều lượng thứ nhất được thử nghiệm ở 1,0 oz/cwt. Đối với kịch bản nhỏ giọt, 4 thử nghiệm được thực hiện với mức tăng trung bình 82 phút trong ninh kết ban đầu so với hỗn hợp không có Recover®. Độ lệch chuẩn là 24 phút. Đối với kịch bản liều dùng một lần, 3 thử nghiệm được thực hiện với mức tăng trung bình 32 phút trong ninh kết ban đầu so với hỗn hợp không có Recover®. Độ lệch chuẩn là 27 phút. Điều đáng ngạc nhiên là kế hoạch liều lượng tăng dần mang lại hiệu quả làm chậm lớn hơn và nhất quán hơn, vì người ta mong đợi liều lượng lớn hơn, sớm hơn của Recover sẽ mang lại hiệu quả làm chậm lớn nhất.

Ở liều 4,73 oz/cwt, 2 thử nghiệm được thực hiện cho mỗi kịch bản. Đối với kịch bản nhỏ giọt, mức tăng trung bình trong thời gian ninh kết ban đầu là 286 phút, trong khi kịch bản liều dùng một lần là 289 phút. Độ lệch chuẩn lần lượt là 7 và 16 phút. Do đó, ở liều lượng cao hơn, sự chênh lệch giữa hai kịch bản giảm xuống. Do đó, tùy thuộc vào liều lượng cần thiết, kế hoạch tăng dần hoặc nhỏ giọt có thể được ưu tiên hơn.

Các phương án đã được mô tả trong tài liệu này bằng cách sử dụng một số lượng hạn chế các phương án minh họa không nhằm mục đích giới hạn phạm vi của sáng chế như được mô tả và được yêu cầu bảo hộ trong tài liệu này.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp điều phối quá trình phân phối tải bê tông từ nhà máy trộn đến địa điểm thi công, bao gồm các bước:

(A) cung cấp ít nhất ba xe tải phân phối, mỗi xe có thùng trộn chứa tải bê tông và hệ thống được điều khiển bởi bộ xử lý gắn trong xe tải phân phối bê tông để giám sát đặc tính lưu biến được chọn từ độ lún, dòng chảy lún, và giới hạn chảy của tải bê tông được chứa trong thùng trộn của xe tải phân phối và ít nhất một giá trị hoặc khoảng giá trị thời gian ninh kết liên quan đến tải bê tông được chứa trong thùng trộn của xe tải phân phối, hệ thống được điều khiển bởi bộ xử lý gắn trong xe tải phân phối bê tông được lập trình để thực hiện các chức năng bao gồm:

- i. tiếp cận ít nhất một giá trị hoặc khoảng giá trị thời gian ninh kết đã lưu được chỉ định cho bê tông được nạp vào trong thùng trộn của xe tải phân phối để phân phối tải bê tông đến địa điểm thi công;
- ii. tính toán ít nhất một giá trị hoặc khoảng giá trị thời gian ninh kết hiện thời cho tải bê tông đang được phân phối đến địa điểm thi công dựa trên sự thủy hóa được giám sát theo thời gian trong quá trình phân phối tải bê tông đến địa điểm thi công; và
- iii. so sánh ít nhất một giá trị hoặc khoảng giá trị thời gian ninh kết đã lưu được chỉ định cho bê tông được nạp vào trong thùng trộn của xe tải phân phối với ít nhất một giá trị hoặc khoảng giá trị thời gian ninh kết hiện thời được tính toán liên quan đến tải bê tông đang được phân phối đến địa điểm thi công trong thùng trộn của xe tải phân phối; và

(B) điều chỉnh (các) giá trị hoặc (các) khoảng giá trị thời gian ninh kết hiện thời bằng cách đưa chất gia tốc ninh kết, chất làm chậm ninh kết, hoặc hỗn hợp của chúng vào ít nhất một trong số ít nhất ba tải bê tông trong thùng trộn của xe tải phân phối để thực hiện hoặc biến đổi các công đoạn một cách tuần tự đặt, hoàn thiện, tháo khuôn, loại bỏ ván khuôn, hoặc độ bền chịu nén của tải bê tông được đổ từ ít nhất ba thùng trộn của xe tải phân phối tại địa điểm thi công.

2. Phương pháp theo điểm 1 trong đó cả giá trị hoặc khoảng giá trị thời gian ninh kết đã lưu và giá trị hoặc khoảng giá trị thời gian ninh kết hiện thời đều được điều chỉnh.
3. Phương pháp theo điểm 1 trong đó giá trị hoặc khoảng giá trị thời gian ninh kết đã lưu được tính toán dựa trên các yếu tố bao gồm tuổi bê tông được ước tính tại thời điểm đổ.
4. Phương pháp theo điểm 1 trong đó giá trị hoặc khoảng giá trị thời gian ninh kết được chọn từ giá trị thời gian để (a) bắt đầu quá trình hoàn thiện; (b) kết thúc quá trình hoàn thiện; (c) loại bỏ ván khuôn hoặc khuôn khối bê tông; (d) cho phép đi lại bằng chân hoặc xe trên bê tông; (e) tháo dây cáp được căng khỏi giá đỡ (như được sử dụng trong các ứng dụng bê tông dự ứng lực); (f) neo hoặc trát vữa dây cáp được căng sau (như đối với bê tông căng sau); hoặc (g) đúc thêm bê tông lên trên bê tông đã đổ trước đó.
5. Phương pháp theo điểm 1 trong đó giá trị hoặc khoảng giá trị thời gian ninh kết đã lưu được tiếp cận bởi, hoặc được tiếp cận và điều chỉnh bởi, ít nhất một trong số các hệ thống được điều khiển bởi bộ xử lý của xe tải phân phối lấy từ (a) thông tin phiếu được cung cấp bởi nhà máy trộn lấy nguồn bê tông trong thùng trộn của xe tải; (b) quản đốc tại địa điểm thi công nơi bê tông từ thùng trộn của xe tải được đổ; (c) bộ xử lý nhận tín hiệu dữ liệu từ cảm biến độ ẩm, độ chứa nước, và/hoặc nhiệt độ được nhúng vào trong, được đặt trên bề mặt, hoặc được nhúng vào trong bê tông được đổ hoặc đặt tại địa điểm thi công này hoặc địa điểm thi công khác; hoặc (d) bộ xử lý giám sát xe tải phân phối bê tông khác có hệ thống được điều khiển bởi bộ xử lý để giám sát lưu biến và giá trị hoặc khoảng giá trị thời gian ninh kết của tải bê tông.
6. Phương pháp theo điểm 1 còn bao gồm bước điều chỉnh ít nhất một giá trị hoặc khoảng giá trị thời gian ninh kết đã lưu, và cung cấp báo cáo hoặc chỉ dẫn để thực hiện điều chỉnh ít nhất một giá trị hoặc khoảng giá trị thời gian ninh kết đã lưu.
7. Phương pháp theo điểm 1 trong đó giá trị hoặc khoảng giá trị thời gian ninh kết hiện thời được so sánh với giá trị hoặc khoảng giá trị thời gian ninh kết đã lưu về ít nhất một yếu tố được chọn từ nhiệt độ bê tông, tốc độ thay đổi nhiệt độ trong bê tông, lượng trộn theo mẻ hoặc thiết kế hỗn hợp của bê tông, điều chỉnh nước hoặc phụ gia hóa học được bổ sung vào trong tải bê tông, lưu biến, hoặc các đặc tính khác của bê tông.
8. Phương pháp theo điểm 1 trong đó ít nhất một tải bê tông trong một trong số ít nhất hai xe tải phân phối bị trả lại bê tông, và hơn nữa trong đó sự so sánh giá trị hoặc khoảng

giá trị thời gian ninh kết đã lưu và hiện thời bao gồm việc xem xét tuổi của bê tông từ mẻ trộn ban đầu của bê tông bị trả lại từ địa điểm thi công.

9. Phương pháp theo điểm 1 trong đó tải bê tông thứ nhất từ xe tải phân phối thứ nhất được đổ vào vị trí, và tải bê tông thứ hai từ xe tải phân phối thứ hai được đổ lên trên tải bê tông thứ nhất trong khi tải bê tông thứ nhất ở trạng thái dẻo, và trong đó tải thứ nhất và tải thứ hai có giá trị hoặc khoảng giá trị thời gian ninh kết trùng nhau.

10. Phương pháp theo điểm 1 trong đó giá trị hoặc khoảng giá trị thời gian ninh kết đã lưu cho bê tông được phân phối và đặt trước đó tại địa điểm thi công thu được hoặc có nguồn gốc từ tín hiệu dữ liệu được tạo ra bởi ít nhất một cảm biến trong vòi phun, ống, hoặc ống dẫn bê tông khác trong quá trình lắng đọng hoặc phun bê tông qua vòi phun, ống hoặc ống dẫn tại địa điểm thi công.

11. Phương pháp theo điểm 1 trong đó một phần của tải bê tông trong ít nhất một trong các xe tải phân phối được đổ tại địa điểm thi công thứ nhất, và, trong vòng mười lăm phút và tốt hơn nữa là trong vòng mười phút sau khi đổ, liều lượng chất làm chậm ninh kết được đưa vào phần còn lại của tải bê tông trong xe tải phân phối, và phần còn lại chứa liều lượng chất làm chậm ninh kết được vận chuyển bằng xe tải phân phối đến địa điểm thi công thứ hai và đổ vào vị trí tại địa điểm thi công thứ hai.

12. Phương pháp theo điểm 1 trong đó ít nhất năm xe tải phân phối được cung cấp theo bước (A) có tải bê tông có giá trị hoặc khoảng giá trị thời gian ninh kết được điều chỉnh theo bước (B), sự điều chỉnh này được thực hiện bằng cách tính toán giá trị hoặc khoảng giá trị thời gian ninh kết dựa trên dữ liệu tín hiệu thu được hoặc có nguồn gốc từ ít nhất một cảm biến để giám sát sự thủy hóa theo thời gian của bê tông được đặt tại địa điểm thi công.

13. Phương pháp theo điểm 1 trong đó, trong bước (A), ít nhất sáu xe tải phân phối được cung cấp, mỗi xe có thùng trộn chứa tải bê tông và hệ thống được điều khiển bởi bộ xử lý để giám sát lưu biến và giá trị hoặc khoảng giá trị thời gian ninh kết của tải bê tông trong thùng, trong đó bộ xử lý thực hiện các chức năng (i), (ii), và (iii); và điều chỉnh giá trị hoặc khoảng giá trị thời gian ninh kết đã lưu hoặc giá trị hoặc khoảng giá trị thời gian ninh kết hiện thời của tải bê tông.

14. Phương pháp theo điểm 12 trong đó ít nhất mười xe tải phân phối được cung cấp theo bước (A) có tải bê tông có giá trị hoặc khoảng giá trị thời gian ninh kết được điều

chỉnh theo bước (B), sự điều chỉnh này được thực hiện bằng cách tính toán giá trị hoặc khoảng giá trị thời gian ninh kết dựa trên dữ liệu tín hiệu thu được hoặc có nguồn gốc từ ít nhất một cảm biến để giám sát sự thủy hóa theo thời gian của bê tông được đặt tại địa điểm thi công.

15. Phương pháp theo điểm 1, còn bao gồm các bước sau:

di chuyển ít nhất một máy bay không người lái trên không qua nhiều vị trí đặt bê tông tại địa điểm thi công, trong đó nhiều bao gồm ít nhất ba tải trộn bê tông được phân phối hoặc đổ bởi ít nhất ba xe tải phân phối bê tông, ít nhất một máy bay không người lái trên không có ít nhất một cảm biến để giám sát sự thủy hóa theo thời gian của bê tông được đặt để thu được tín hiệu dữ liệu cho thấy sự thủy hóa;

so sánh tín hiệu dữ liệu thu được với tín hiệu dữ liệu đã lưu trước đó để có được giá trị hoặc khoảng giá trị thời gian ninh kết tương quan với dữ liệu về sự thủy hóa theo thời gian thu được từ ít nhất một cảm biến; và

tạo sơ đồ hình ảnh hoặc bản đồ của nhiều vị trí đặt bê tông cùng với giá trị hoặc khoảng giá trị thời gian ninh kết, hoặc sự ưu tiên về trình tự được đề xuất dựa trên giá trị hoặc khoảng giá trị thời gian ninh kết, từ đó cung cấp chỉ dẫn về quá trình đặt có thể tuân theo để xử lý tuần tự đối với (a) bắt đầu quá trình hoàn thiện; b) kết thúc quá trình hoàn thiện; (c) loại bỏ ván khuôn hoặc khuôn khỏi bê tông; (d) cho phép đi lại bằng chân hoặc xe trên bê tông; (e) tháo dây cáp được căng khỏi giá bệ đỡ; (f) neo hoặc trát vữa dây cáp được căng sau; hoặc (g) đúc thêm bê tông lên trên bê tông đã đổ trước đó.

16. Phương pháp giám sát các điều kiện về thời gian ninh kết của nhiều quá trình đặt bê tông, mỗi quá trình có một bề mặt, bao gồm các bước sau:

di chuyển qua nhiều vị trí đặt bê tông tại địa điểm thi công bằng ít nhất một máy bay không người lái trên không, ít nhất một máy bay không người lái trên không này có ít nhất một cảm biến để giám sát bề mặt của nhiều quá trình đặt bê tông đối với sự thủy hóa theo thời gian của bê tông được đặt bằng cách quét địa hình của bê tông được đặt để thu được tín hiệu dữ liệu cho thấy sự thủy hóa;

so sánh tín hiệu dữ liệu thu được với tín hiệu dữ liệu đã lưu trước đó để có được giá trị hoặc khoảng giá trị thời gian ninh kết tương quan với dữ liệu về sự thủy hóa theo thời gian thu được từ ít nhất một cảm biến; và

tạo sơ đồ hình ảnh hoặc bản đồ của nhiều vị trí đặt bê tông cùng với giá trị hoặc khoảng giá trị thời gian ninh kết, hoặc sự ưu tiên về trình tự được đề xuất dựa trên giá trị hoặc khoảng giá trị thời gian ninh kết, từ đó cung cấp chỉ dẫn về quá trình đặt có thể tuân theo để xử lý tuần tự đối với (a) bắt đầu quá trình hoàn thiện; b) kết thúc quá trình hoàn thiện; (c) loại bỏ ván khuôn hoặc khuôn khỏi bê tông; (d) cho phép đi lại bằng chân hoặc xe trên bê tông; (e) tháo dây cáp được căng khỏi giá bê đỡ; (f) neo hoặc trát vữa dây cáp được căng sau; hoặc (g) đúc thêm bê tông lên trên bê tông đã đổ trước đó, và khi chỉ dẫn đã nêu chỉ ra rằng quá trình đặt có thể tuân theo để xử lý tuần tự đã nêu, thì bắt đầu quá trình hoàn thiện quá trình đặt đã nêu mà có thể tuân theo để xử lý tuần tự đã nêu.

17. Phương pháp theo điểm 16 trong đó, bước di chuyển qua nhiều vị trí đặt bê tông tại địa điểm thi công bằng ít nhất một máy bay không người lái trên không có ít nhất một cảm biến để giám sát bề mặt của quá trình đặt bê tông đối với sự thủy hóa theo thời gian của bê tông được đặt để thu được tín hiệu dữ liệu cho thấy sự thủy hóa, ít nhất một cảm biến được chọn từ cảm biến quang học, hồng ngoại, âm thanh, sóng vô tuyến, vi sóng, điện trở suất, điện dung và siêu âm.

18. Phương pháp theo điểm 16 trong đó, trong bước so sánh tín hiệu dữ liệu thu được với tín hiệu dữ liệu đã lưu trước đó để có được giá trị hoặc khoảng giá trị thời gian ninh kết tương quan với dữ liệu về sự thủy hóa theo thời gian thu được từ ít nhất một cảm biến, sơ đồ hình ảnh hoặc bản đồ của nhiều vị trí đặt bê tông cùng với giá trị hoặc khoảng giá trị thời gian ninh kết, hoặc sự ưu tiên về trình tự được đề xuất dựa trên giá trị hoặc khoảng giá trị thời gian ninh kết, được tạo ra trên máy tính cá nhân, máy tính xách tay, hoặc điện thoại thông minh cầm tay hoặc đồng hồ thông minh.

19. Phương pháp theo điểm 16 trong đó sơ đồ hình ảnh hoặc bản đồ được tạo ra trên thiết bị cầm tay hoặc kính bảo hộ được đeo bởi quản đốc công trường.

20. Phương pháp theo điểm 16 trong đó sơ đồ hình ảnh là hình ảnh xe tải phân phối bê tông được xem trên bản đồ vị trí đồ.

21. Phương pháp theo điểm 20 trong đó hình ảnh còn bao gồm giá trị kỹ thuật số hoặc màu sắc được phủ lên hình ảnh xe tải hoặc hình ảnh đoạn bê tông để cho thấy thông tin trực quan liên quan đến trạng thái đổ hoặc giá trị ninh kết của đoạn bê tông được đổ.

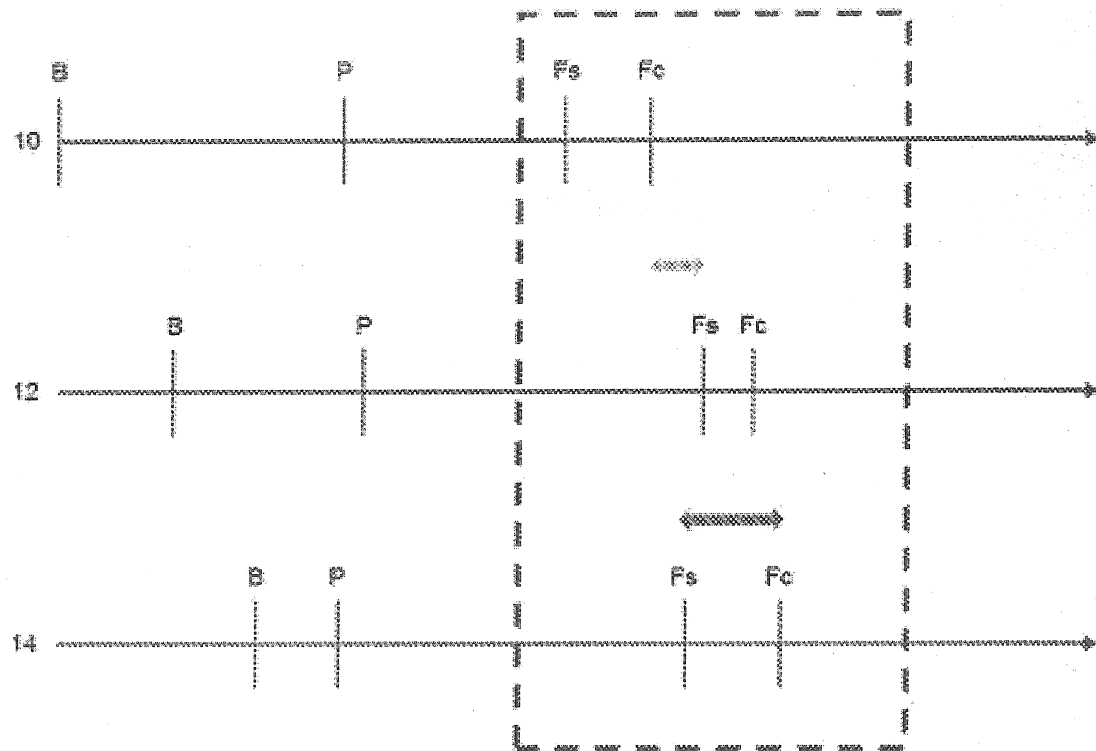
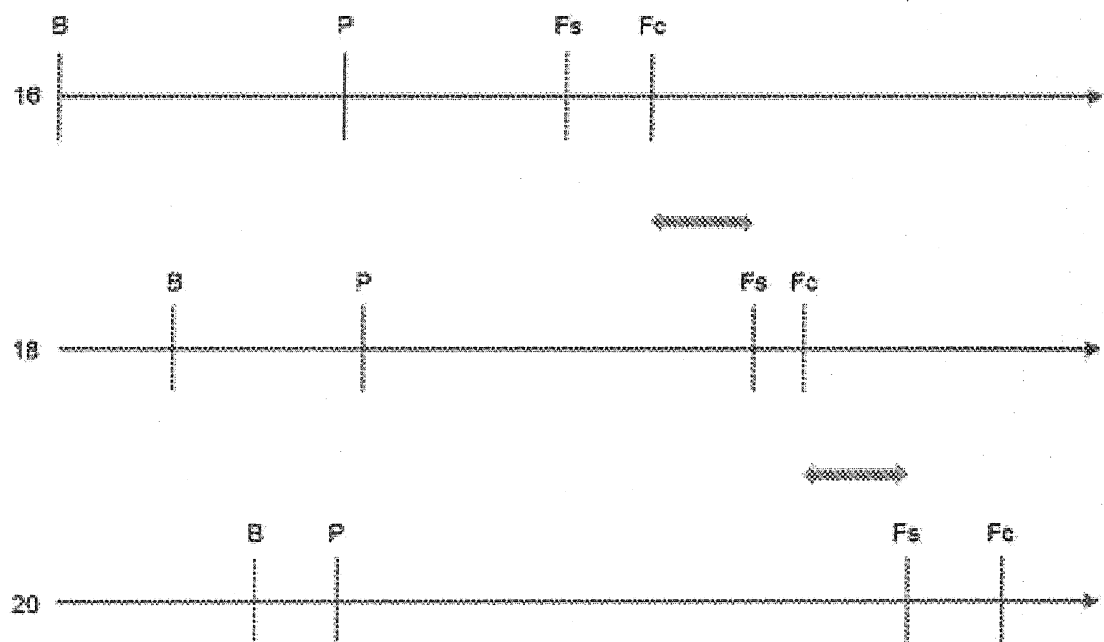
22. Phương pháp theo điểm 16 trong đó, trong bước di chuyển qua nhiều vị trí đặt bê tông tại địa điểm thi công bằng ít nhất một máy bay không người lái trên không có ít nhất một cảm biến để theo dõi bề mặt của quá trình đặt bê tông đối với sự thủy hóa theo thời gian của bê tông được đặt để thu được tín hiệu dữ liệu cho thấy sự thủy hóa, phương pháp này còn bao gồm bước cung cấp bộ xử lý mà được lập trình để so sánh dữ liệu cảm biến thu được với tín hiệu dữ liệu cảm biến đã lưu trước đó để thu được giá trị hoặc khoảng giá trị thời gian ninh kết mà tương quan với dữ liệu thủy hóa bê tông theo thời gian thu được từ ít nhất một cảm biến được di chuyển bằng ít nhất một máy bay không người lái trên không; và còn bao gồm bước cung cấp ít nhất năm xe tải phân phối bê tông, mỗi xe có thùng trộn chứa tải bê tông và hệ thống được điều khiển bởi bộ xử lý để theo dõi lưu biến (ví dụ, độ lún, dòng chảy lún, giới hạn chảy) và ít nhất một giá trị hoặc khoảng giá trị thời gian ninh kết (ví dụ, thời gian ninh kết ban đầu, thời gian ninh kết cuối cùng, độ bền chịu nén, hoặc sự kết hợp của các giá trị này hoặc các giá trị khác) của tải bê tông trong thùng trộn của xe tải phân phối bê tông; và hơn nữa trong đó bộ xử lý được lập trình để thực hiện các chức năng bao gồm: (i) tiếp cận ít nhất một giá trị hoặc khoảng giá trị thời gian ninh kết đã lưu được chỉ định cho bê tông được nạp vào trong thùng trộn để phân phối đến địa điểm thi công; (ii) tính toán ít nhất một giá trị hoặc khoảng giá trị thời gian ninh kết hiện thời cho tải bê tông dựa trên sự thủy hóa được giám sát theo thời gian; và (iii) so sánh ít nhất một giá trị hoặc khoảng giá trị thời gian ninh kết đã lưu với ít nhất một giá trị hoặc khoảng giá trị thời gian ninh kết hiện thời được tính toán.

23. Phương pháp theo điểm 16 trong đó, trong bước di chuyển qua nhiều vị trí đặt bê tông tại địa điểm thi công bằng ít nhất một máy bay không người lái trên không có ít nhất một cảm biến để theo dõi bề mặt của quá trình đặt bê tông đối với sự thủy hóa theo thời gian của bê tông được đặt để thu được tín hiệu dữ liệu cho thấy sự thủy hóa, máy bay không người lái trên không quét định kỳ vật thể bê tông để xác định độ ẩm bề mặt ít nhất mỗi 10 phút, và tốt hơn là mỗi 5 phút.

24. Phương pháp theo điểm 16 trong đó giá trị hoặc khoảng giá trị thời gian ninh kết là giá trị độ bền như được xác định bằng phương pháp tính độ trưởng thành.

25. Phương pháp theo điểm 24, trong đó phương pháp tính độ trưởng thành đã nêu là ASTM C1074.

1/10

**FIG. 1****FIG. 2**

2/10

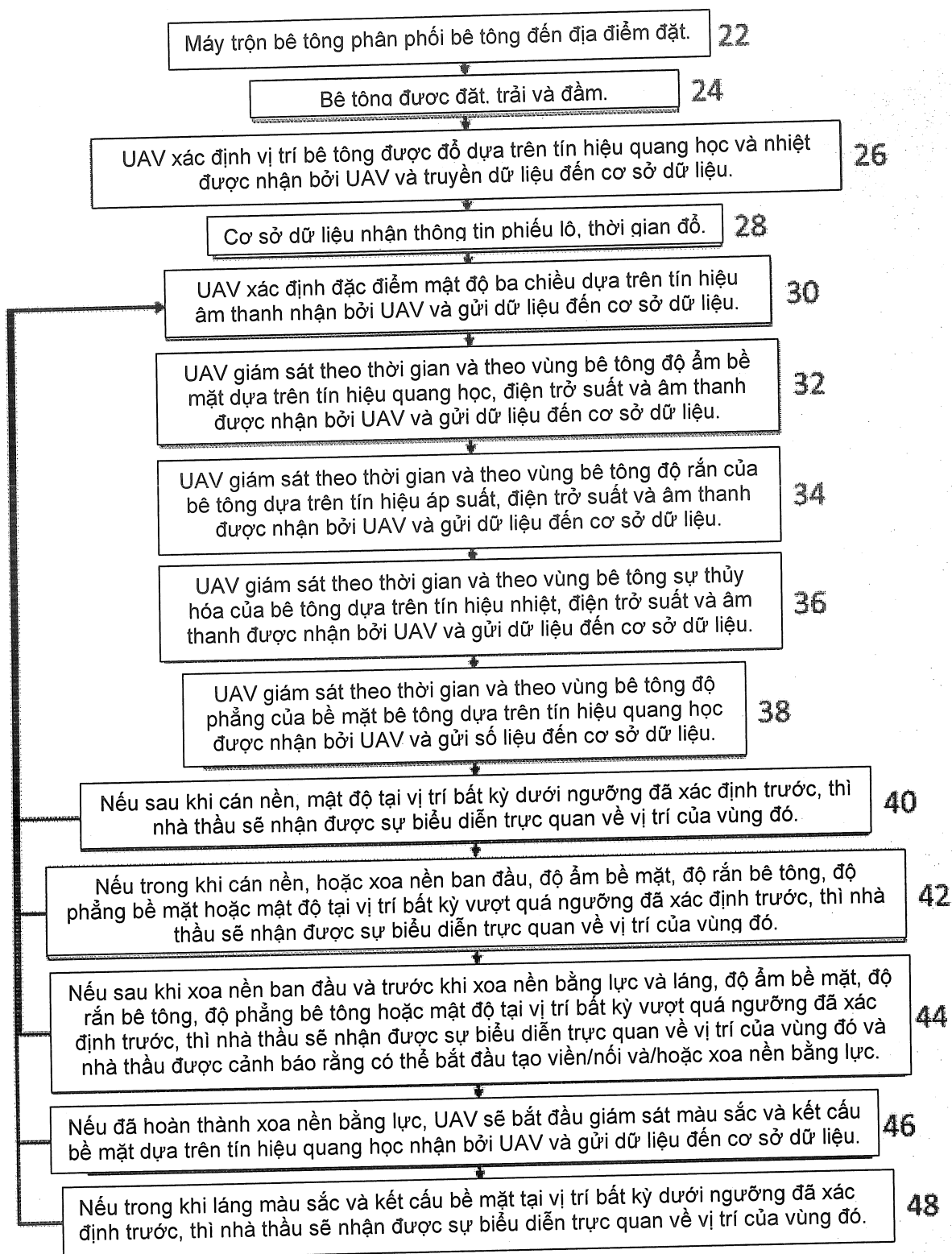
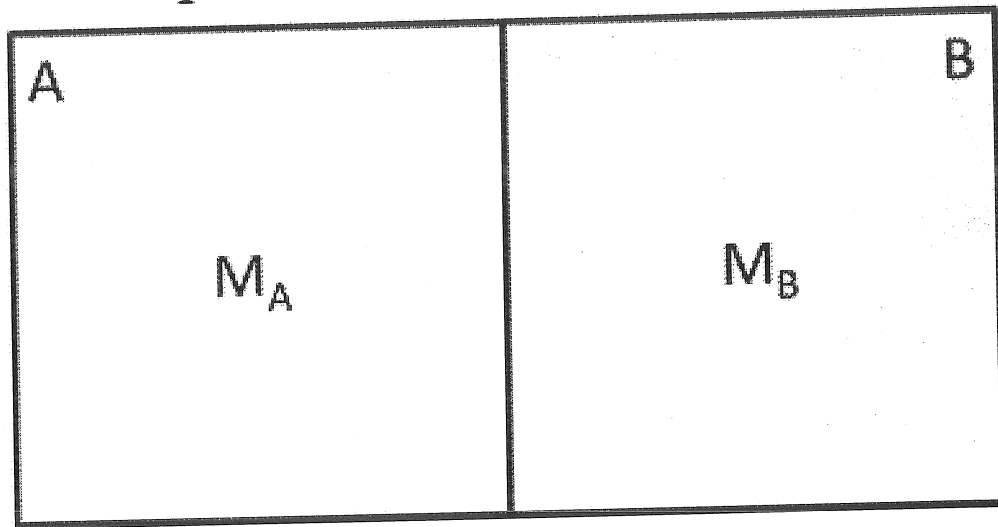
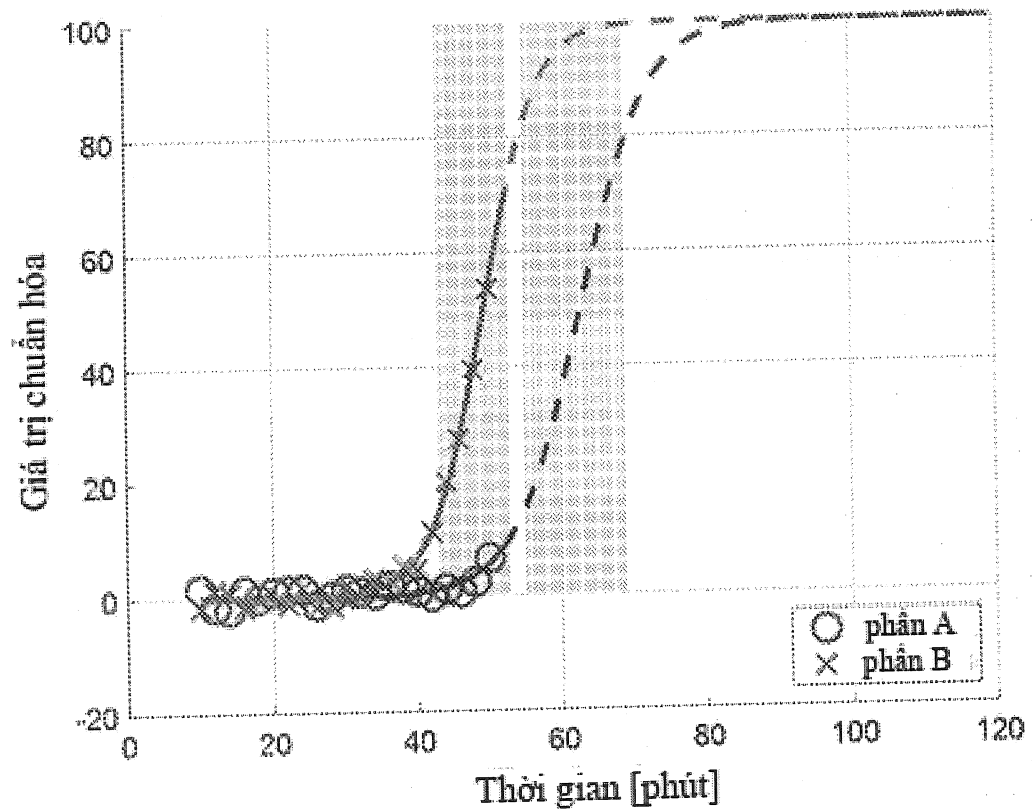
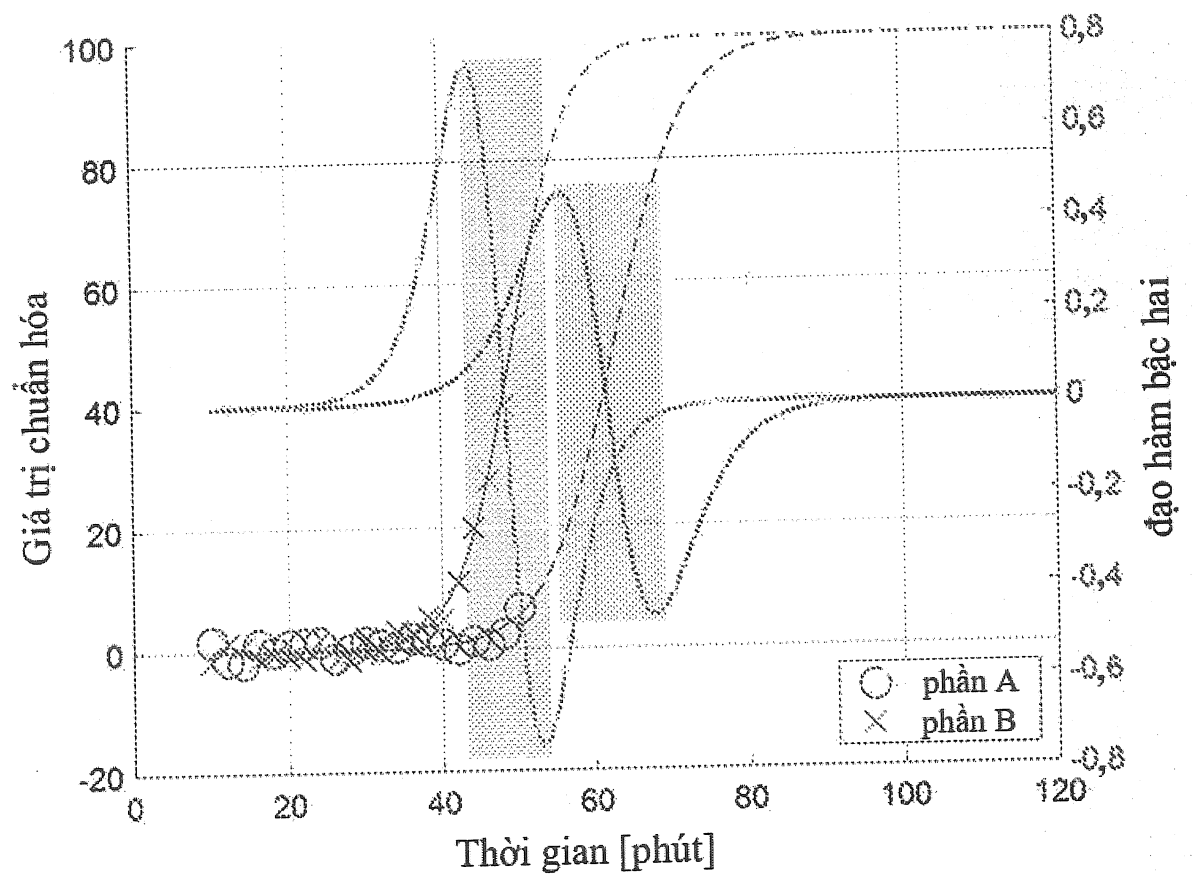


FIG. 3

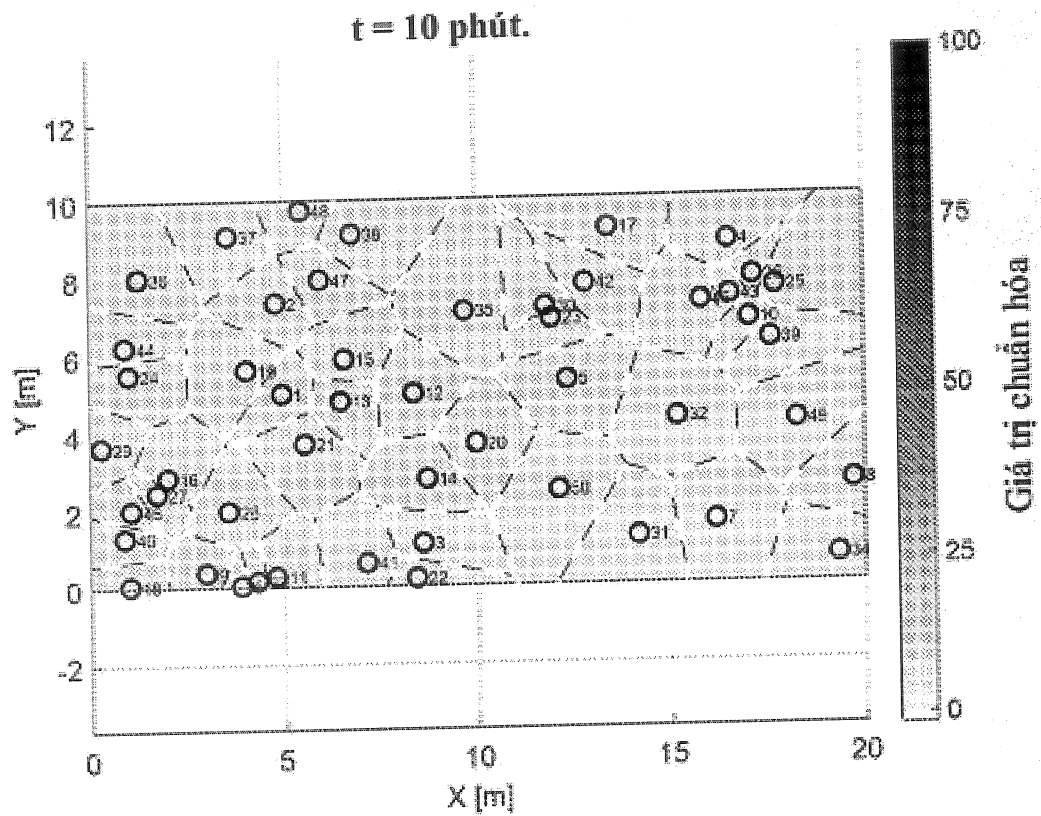
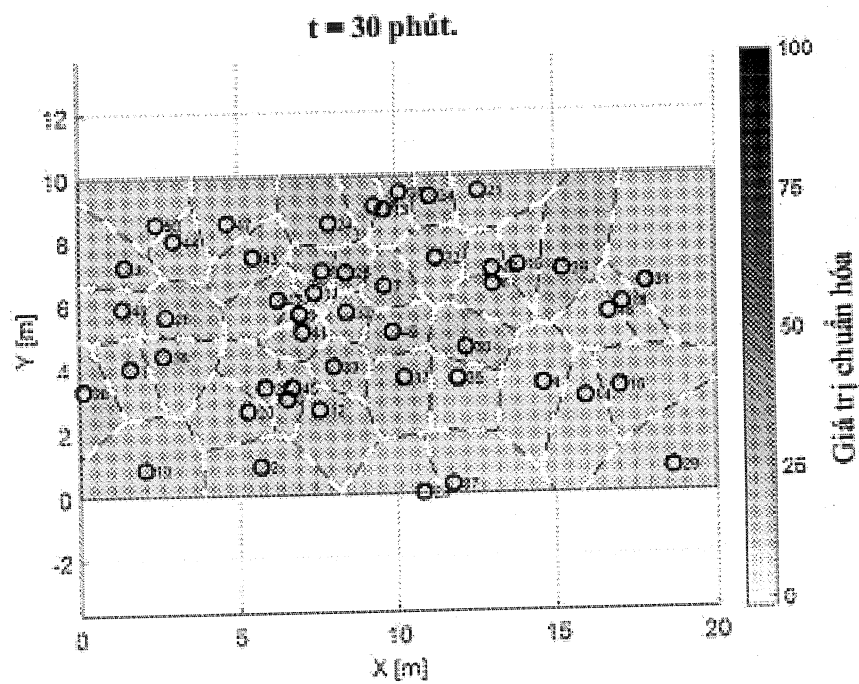
3/10

 $t = 20$ phút**FIG. 4****FIG. 5**

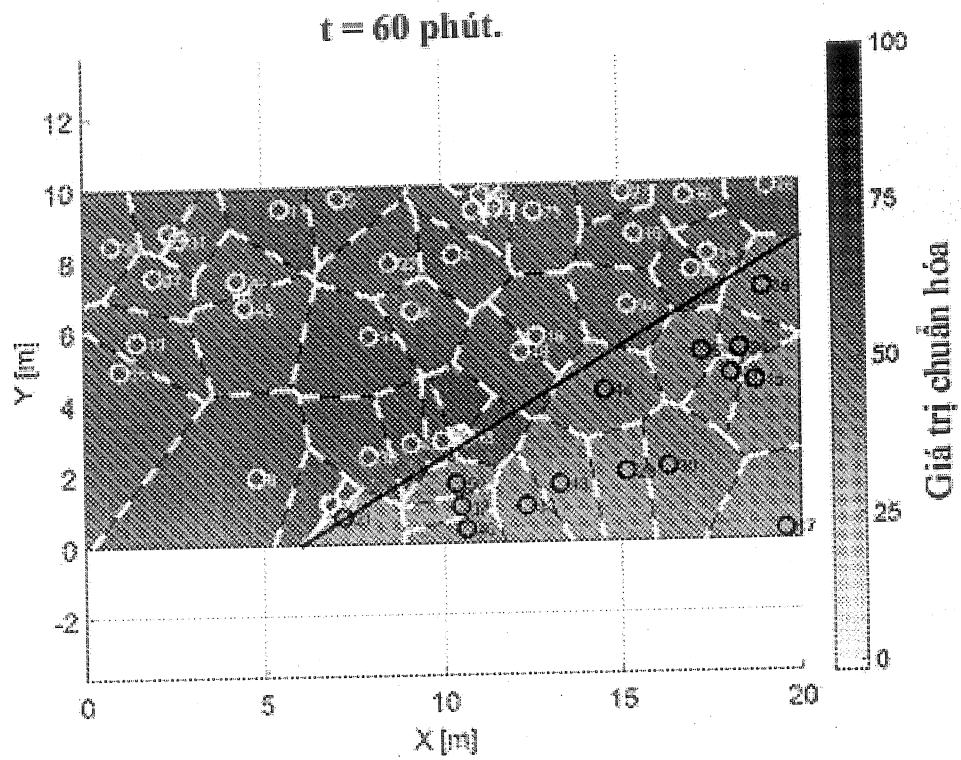
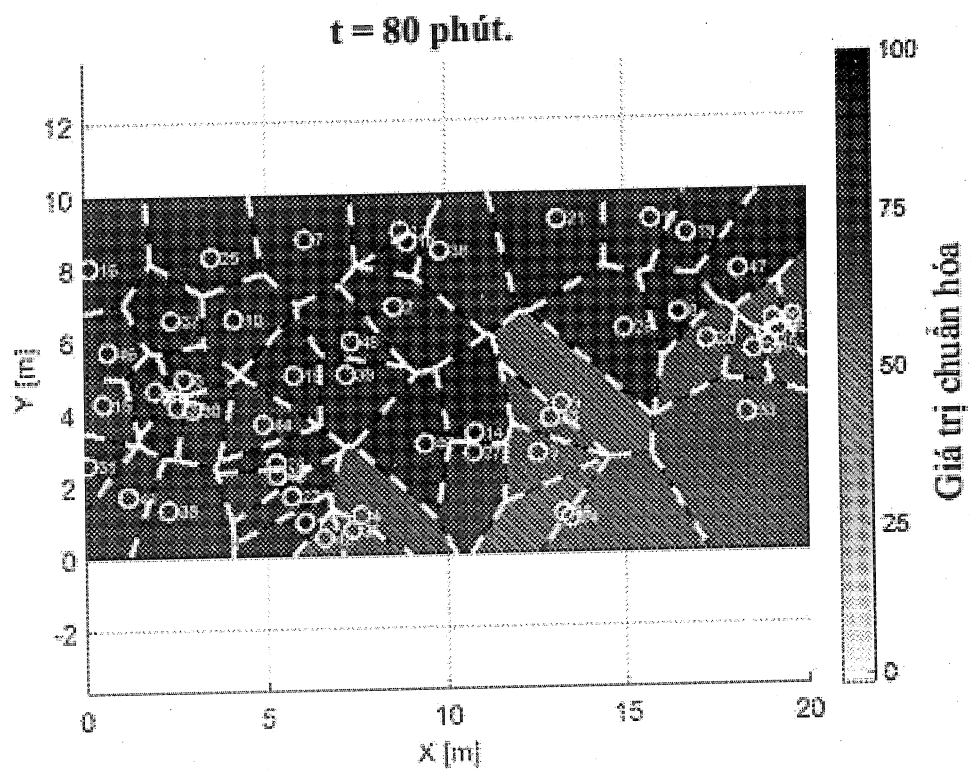
4/10

**FIG. 6**

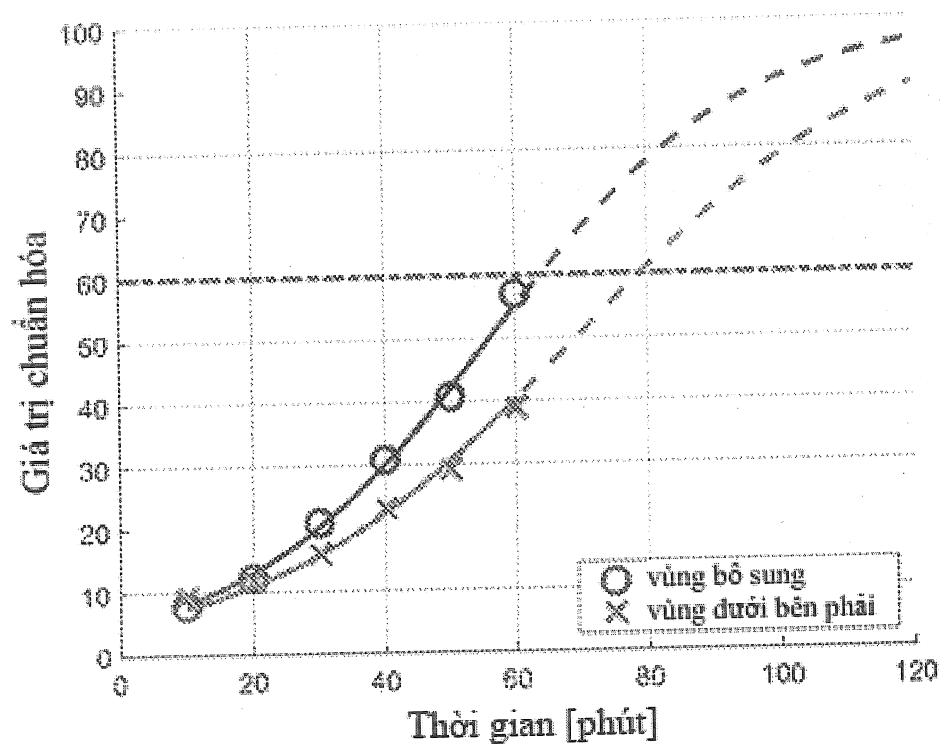
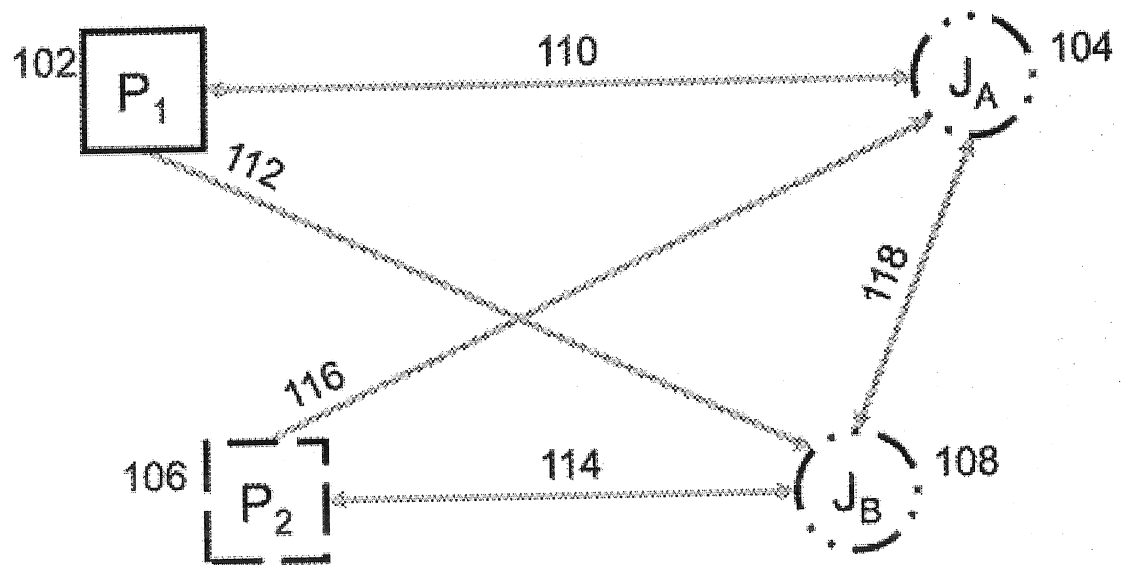
5/10

**FIG. 7a****FIG. 7b**

6/10

**FIG. 7c****FIG. 7d**

7/10

**FIG. 8****FIG. 9**

8/10

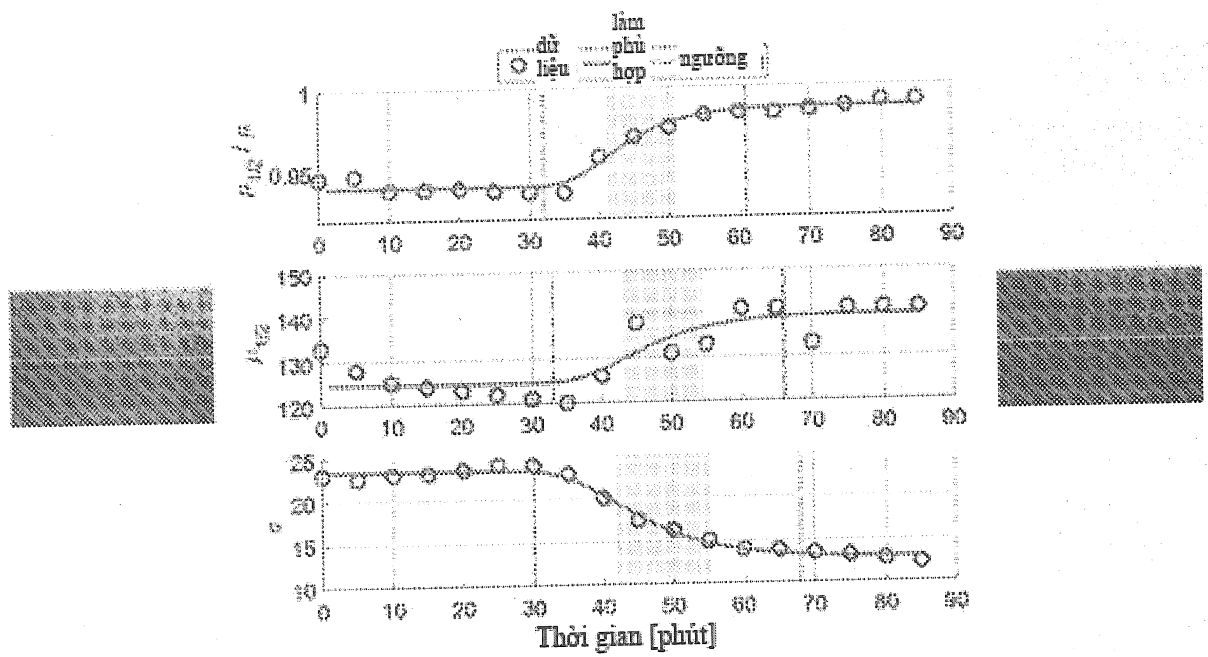


FIG. 10

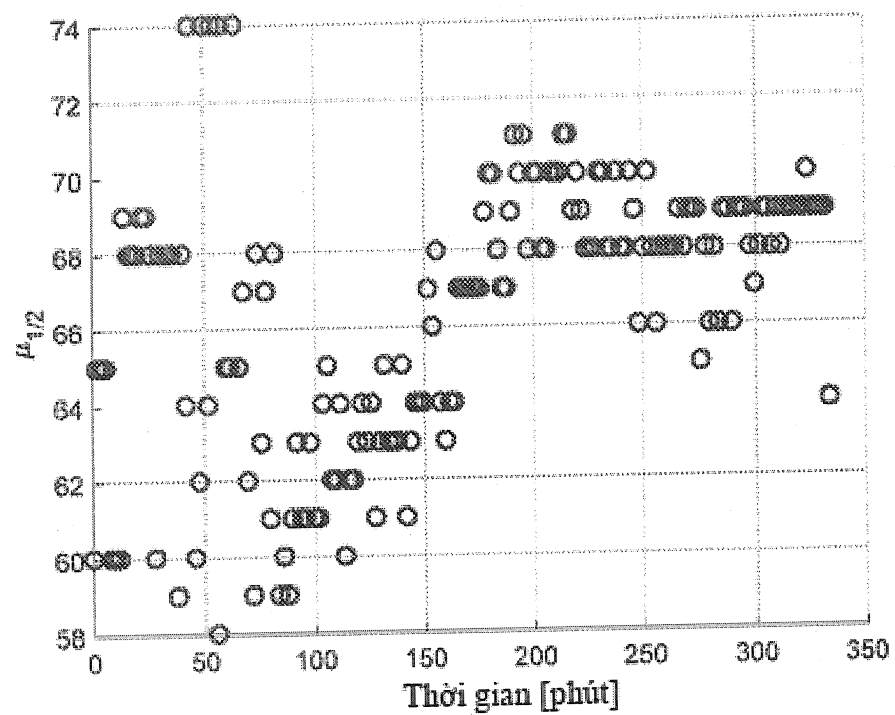
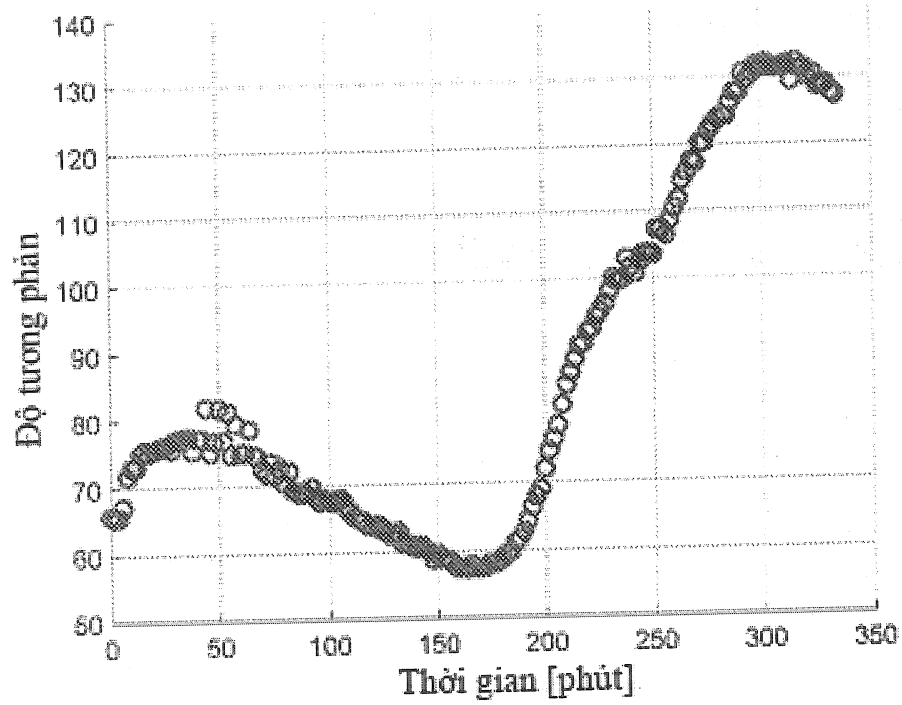
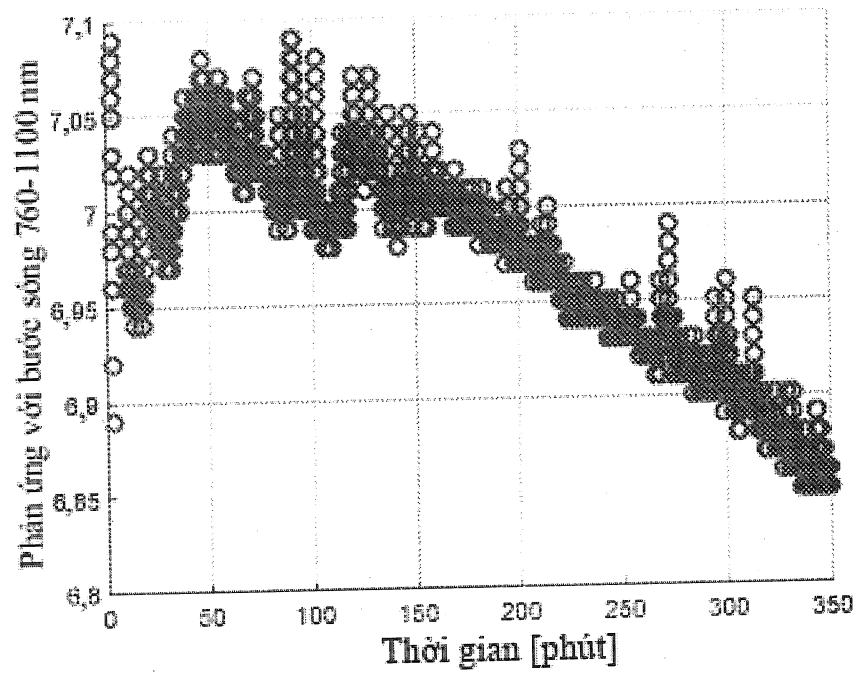
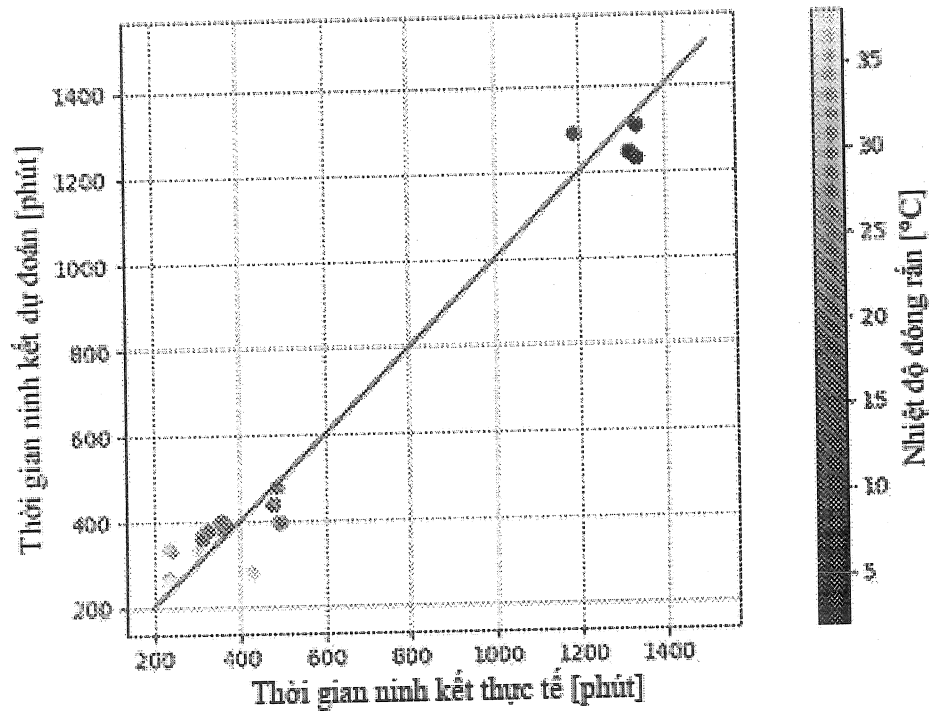
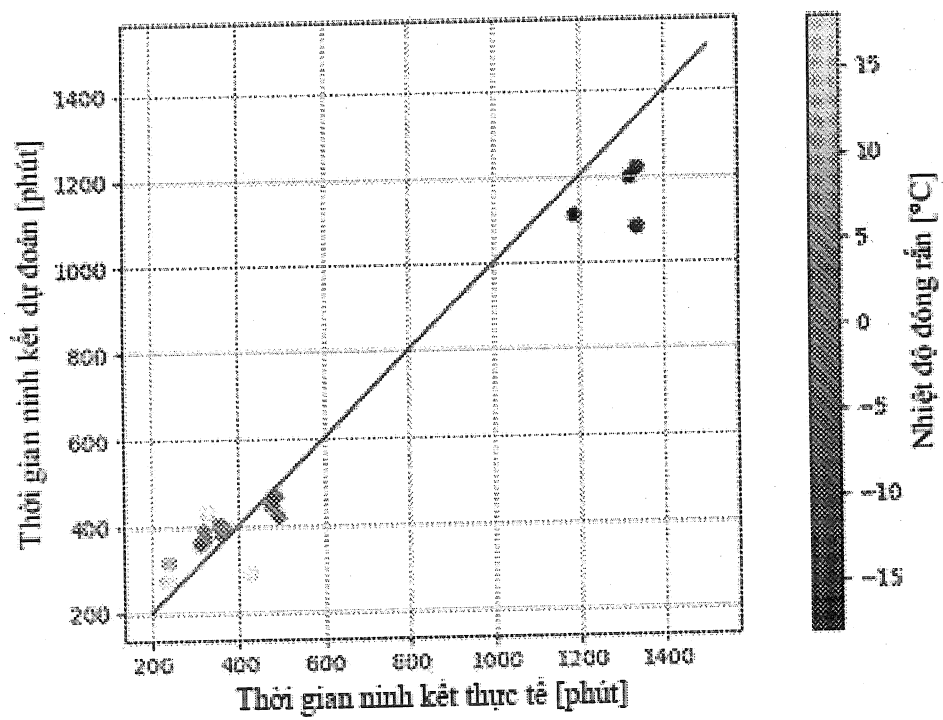


FIG. 11

9/10

**FIG. 12****FIG. 13**

10/10

**FIG. 14****FIG. 15**