

NGHIÊN CỨU CƠ SỞ THIẾT KẾ TRỒNG LĂN HOÀN THIỆN
BỀ MẶT BÊ TÔNG XI MĂNG
STUDY ON THE BASIS OF THE DRUM ROLLER DESIGN FOR COMPLETE
SMOOTHING CEMENT CONCRETE SURFACE

ĐỖ GIA CƯỜNG^{1*}, TRẦN QUANG HÙNG², LƯU ĐỨC THẠCH³

¹Học Viện Kỹ thuật Quân sự

²Đại học Công nghệ Giao thông vận tải

³Đại học Xây dựng Hà Nội

*Email liên hệ: cuongvcg2010@gmail.com

Tóm tắt

Hoàn thiện bề mặt bê tông xi măng bằng trồng lăn là phương pháp sử dụng trồng lăn di chuyển trên bề mặt bê tông cho đến khi hỗn hợp bê tông được lèn chặt và tạo phẳng. Năng lượng để lèn chặt và tạo phẳng là động năng quay được truyền từ trồng lăn lên hỗn hợp bê tông cùng với lực nén do trọng lượng bản thân của trồng lăn và các cơ cấu dẫn động trồng lăn truyền xuống hỗn hợp bê tông. Nội dung bài báo tập trung nghiên cứu xác định chế độ làm phẳng đảm bảo không khuyết tật bề mặt; xác định khả năng làm nhẵn của trồng lăn và hiệu quả đầm của trồng lăn từ đó đưa ra phương pháp tính toán các thông số chủ yếu của trồng lăn hoàn thiện bề mặt bê tông xi măng.

Từ khóa: Hỗn hợp bê tông, trồng lăn, làm nhẵn, rung động.

Abstract

Complete smoothing cement concrete surface is a quality requirement in the method of using drum roller moving on concrete surface to compact and smooth the concrete mixture. The energy for compaction and smoothing is the rotational kinetic energy transferred from the drum roller onto the concrete mix together with the compressive force due to the drum's own weight and the roller drive mechanisms transmitted to the concrete mixture. The content of the article focuses on determining the flattening mode to ensure no surface defects; determine the smoothing ability of the drum roller and the compaction efficiency of the roller, thereby providing a method to calculate the main parameters of the roller to completely smooth the cement concrete surface.

Keywords: Concrete mixture, drum roller, smoothing, vibration.

1. Đặt vấn đề

Phương pháp đầm và hoàn thiện bề mặt bê tông xi măng bằng trồng lăn xuất hiện lần đầu tiên vào năm 1936 do Công ty Ialger của Mỹ nghiên cứu và chế tạo. Quá trình đầm và hoàn thiện bề mặt bê tông xi măng khi sử dụng một xe đẩy bằng tay có gắn trồng lăn. Thử nghiệm đã được tiến hành với hỗn hợp bê tông xi măng có sụt 3 ÷ 7 (cm). Nghiên cứu cho thấy khả năng kết hợp quá trình đầm lèn và làm nhẵn bề mặt của lớp bê tông xi măng có chiều dày đến 200mm.

Phương pháp này sử dụng trồng lăn di chuyển trên bề mặt bê tông cho đến khi hỗn hợp bê tông được lèn chặt và tạo phẳng. Đến nay, phương pháp này vẫn được sử dụng rộng rãi bởi các ưu điểm:

- Trồng lăn vừa có khả năng làm chặt vừa có khả năng tạo hình, nên thiết bị có khả năng tạo biên dạng cho mặt đường hay cấu kiện bê tông mà không phải thực hiện thêm bất cứ công đoạn làm phẳng nào nữa.

- Kết cấu trồng lăn đơn giản, dễ chế tạo, chi phí đầu tư thấp, vận chuyển dễ dàng.

- Phương pháp này phù hợp với đường có kích thước không lớn và chiều dày lớp bê tông nhỏ (khoảng 200mm).

Hiện nay, do yếu tố bản quyền công nghệ nên các công bố khoa học đề cập tới vấn đề này còn hạn chế. Trong nước, các thiết bị chủ yếu được chế tạo theo kinh nghiệm hoặc theo mẫu, chưa có nghiên cứu đầy đủ và toàn diện về vấn đề thiết kế thiết bị này. Trong bài báo này trình bày: “Nghiên cứu cơ sở thiết kế trồng lăn hoàn thiện bề mặt bê tông xi măng”.



Hình 1. Hình ảnh sử dụng trồng lăn đầm và hoàn thiện bề mặt bê tông xi măng

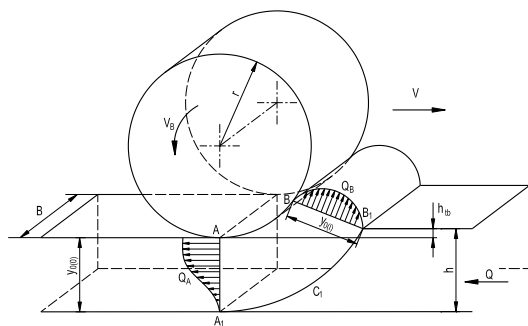
2. Nội dung nghiên cứu

Sản phẩm bê tông phải đảm bảo độ bền kết cấu, độ chính xác về kích thước hình học và đảm bảo chất lượng bề mặt. Trong đó, các tiêu chí đánh giá chất lượng bề mặt sản phẩm bê tông xi măng đảm bảo 2 yếu tố: Không xuất hiện các khuyết tật bề mặt và đảm bảo độ nhám bề mặt theo yêu cầu [4]. Do đó, cần nghiên cứu các yếu tố ảnh hưởng đến chất lượng bề mặt và chất lượng đầm khi thi công làm cơ sở cho việc tính toán, thiết kế.

2.1. Nghiên cứu xác định các yếu tố đảm bảo chất lượng bề mặt BTXM

a. Xác định chế độ làm phẳng đảm bảo không xuất hiện khuyết tật bề mặt

Trong quá trình tương tác giữa trống lăn và hỗn hợp bê tông khi làm phẳng, tại khu vực tiếp xúc hình thành một lớp biên. Trong quá trình làm việc, trống lăn quay, chuyển động tịnh tiến. Khi đó, vị trí mép biên của lớp này sẽ được xác định bằng cung $A_1C_1B_1$ (Hình 2).



Hình 2. Mô hình tính toán xác định các thông số của chế độ làm phẳng không khuyết tật bề mặt

Khi làm việc, phía sau bộ phận công tác là một lớp bê tông bị đẩy ra có chiều dày AA_1 . Như vậy trong hành trình làm việc của trống lăn có dẫn động, vật liệu bên dưới nó bị đẩy ra và tạo thành những khe hở dạng nêm. Chuyển động của vật liệu trong khe hở đó là sự tổ hợp của hai loại dòng chảy.

Dòng chảy thứ nhất - Là dòng chảy bên trong lớp biên, được tạo thành do chuyển động quay trống lăn, và lực kết dính của trống lăn với vật liệu. Hướng các véc tơ vận tốc các hạt trong lớp này được định hướng bởi trống lăn, trùng với hướng chuyển động của nó.

Dòng chảy thứ hai - Là dòng chảy vật liệu trong khe hở phẳng dưới tác động của chuyển động tịnh tiến trống lăn. Nó tương tự dòng chảy chất lỏng nằm giữa hai tấm phẳng đặt song song với nhau.

Trong trường hợp này vật liệu chảy trong hai

hướng đối lập nhau, giống như là được ép dồn về cả hai phía. Phân tích đặc điểm dòng chảy hỗn hợp bê tông tạo điều kiện làm rõ những điều kiện hình thành khuyết tật trên bề mặt chi tiết được làm phẳng.

Như vậy, trong tương tác của trống lăn lên hỗn hợp bê tông, bê tông bị đẩy ép ra, chảy theo 2 hướng. Lưu lượng tổng của vật liệu bị dồn ép bằng tổng lưu lượng qua tiết diện AA_1 và BB_1 . Chúng ta ký hiệu chúng tương ứng là Q_A , Q_B và được xác định như sau:

$$Q_A = V_{Atb} \cdot y_{0(0)} \tag{1}$$

Trong đó: V_{Atb} - vận tốc chuyển động trung bình của hỗn hợp bê tông qua tiết diện AA_1 ; $y_{0(0)}$ - chiều dày lớp vật liệu dồn ra, nằm phía sau bộ phận công tác trong chuyển động tịnh tiến của nó.

$$Q_B = V_{Btb} \cdot y_{0(1)} \tag{2}$$

Trong đó: V_{Btb} - Vận tốc chuyển động trung bình của hỗn hợp bê tông qua tiết diện BB_1 ; $y_{0(1)}$ - Chiều dày lớp vật liệu dồn ra qua tiết diện BB_1 .

Trong chuyển động tịnh tiến của bộ phận công tác, hình thành một dòng chảy dồn về phía trống lăn, được đặc trưng bởi kích thước: $h = h_{tb} + y_{0(0)}$, trong đó: h_{tb} - Chiều dày lớp vật liệu phía trước bộ phận công tác (chiều cao san).

Lưu lượng của dòng chảy dồn sẽ bằng: $Q = V \cdot h$, trong đó: V - Vận tốc chuyển động tịnh tiến của trống lăn. Khi đó trạng thái bề mặt của chi tiết được san phẳng sẽ phụ thuộc vào mối liên hệ giữa 3 lưu lượng Q , Q_B và Q_A . Tổng các lưu lượng Q_B và Q_A đặc trưng cho “khả năng lưu thông” của bộ công tác và nếu khả năng này phù hợp với lưu lượng dòng chảy dồn Q , thì theo điều kiện liên tục dòng chảy, các khuyết tật, như các vết nứt trên bề mặt chi tiết sẽ không sinh ra. Chúng sẽ không sinh ra ngay cả trong trường hợp $Q < Q_A + Q_B$. Điều kiện này thể hiện “khả năng lưu thông” của bộ phận công tác lớn hơn lưu lượng của dòng chảy chạy tới. Trong trường hợp này, sự tiếp xúc của bộ phận công tác với hỗn hợp bê tông ở một bộ phận nào đó của lớp biên có thể có tính chất chu kỳ. Nếu $Q > Q_A + Q_B$ các vết nứt trên bề mặt chi tiết sẽ xuất hiện..

Như vậy, điều kiện không xuất hiện những khuyết tật lớn trên bề mặt chi tiết được làm phẳng có thể viết dưới dạng.

$$Q \leq Q_A + Q_B \tag{3}$$

Tuy nhiên, các vết nứt trên bề mặt chi tiết không phải là khuyết tật lớn duy nhất. Có thể xuất hiện vị trí nổi cục hoặc là lượn sóng đặc trưng trên bề mặt.

Trống lăn trong quá trình di chuyển trên bề mặt

của chi tiết với vận tốc v trong chế độ san phẳng không khuyết tật sẽ tạo ra một lớp bê tông nhẵn được đúc lại có chiều dày $y_{0(0)}$. Vì vậy, lưu lượng trong tiết diện AA_1 sẽ bằng $Q_A = V \cdot y_{0(0)}$. Như chúng ta đã biết, lưu lượng trong tiết diện AA_1 bằng $Q_A = V_{Atb} \cdot y_{0(0)}$. Vì vậy điều kiện không khuyết tật trong trường hợp này sẽ là đẳng thức $V = V_{Atb}$.

Thật vậy, nếu vận tốc trung bình của bê tông đúc qua tiết diện AA_1 lớn hơn vận tốc chuyển động tịnh tiến của bộ phận công tác, bê tông sẽ bắt đầu bị ép lại đằng sau bộ phận công tác và hình thành vị trí nổi cục. Nếu v_{Atb} nhỏ hơn v thì phần lớn khối lượng bê tông đúc sẽ được gạt đi bằng trống lăn do chuyển động quay của nó và trên bề mặt chi tiết xuất hiện đỉnh sóng đặc trưng.

Những tổng hợp về mối quan hệ giữa các lưu lượng và khuyết tật được đưa ra trong Bảng 1.

Bảng 1. Bảng tổng hợp mối quan hệ giữa lưu lượng và các khuyết tật

Lưu lượng Q	Lưu lượng Q_A		
	$Q_A = V_{Atb} \cdot y_{0(0)}$	$Q_A < V_{Atb} \cdot y_{0(0)}$	$Q_A > V_{Atb} \cdot y_{0(0)}$
$Q = Q_B + Q_A$	+	Các đỉnh sóng	Nổi cục
$Q < Q_B + Q_A$	+	Các đỉnh sóng	Nổi cục
$Q > Q_B + Q_A$		Các vết nứt và các đỉnh sóng	Các vết nứt và nổi cục
Dấu “+” tương ứng với bề mặt không có khuyết tật lớn.			

Từ Bảng 1 thấy rằng, chất lượng bề mặt cần thiết có thể nhận được chỉ trong điều kiện:

$$\begin{cases} Q \leq Q_A + Q_B \\ Q_A = V \cdot y_{0(0)} \end{cases} \quad (4)$$

Ta đã thấy rằng, biểu đồ các vận tốc của lớp biên được tạo thành do chuyển động của trống lăn, so sánh với biểu đồ vận tốc trong chuyển động của chất lỏng trong ống dẫn hoặc giữa các tấm song song (của lớp biên chất lỏng Newton) có sự tương đồng lớn. Dự theo đặc điểm này, mô hình tính toán xác định các lưu lượng Q_A, Q_B được nghiên cứu [5]. Từ đó, đã xác định biểu thức liên hệ cần thiết giữa vận tốc quay, vận tốc di chuyển của trống lăn để đảm bảo cho việc không xuất hiện các khuyết tật bề mặt:

$$\frac{V_B}{V} = \frac{2n+1}{n^2} - \frac{R - h_{tb}}{h_{tb}} \quad (5)$$

Trong đó: R - Bán kính của trống lăn, (m); h_{tb} - Chiều cao san, (mm).

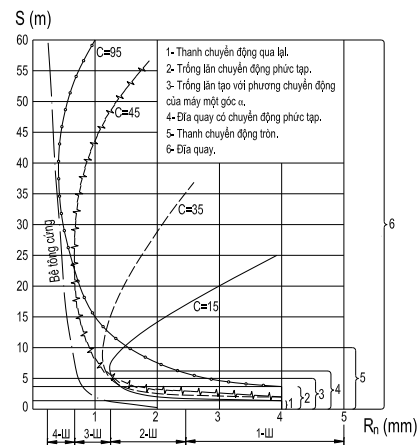
Như vậy điều kiện để trống lăn san phẳng đảm bảo không có những khuyết tật sẽ phụ thuộc vào vận tốc

quay của trống lăn V_B , vận tốc di chuyển của máy V , chiều cao san phẳng h_{tb} và tính chất của hỗn hợp bê tông (phụ thuộc vào hằng số lưu biến của bê tông xi măng).

b. Xác định khả năng làm nhẵn của trống lăn

Theo tiêu chuẩn SNiP 1-A, 4-62, độ nhẵn của bề mặt sản phẩm bê tông xi măng được đánh giá theo độ nhám bề mặt, bao gồm 4 cấp độ nhám trong phạm vi của R_n từ 0,3 đến 5mm.

Các nghiên cứu về làm nhẵn bề mặt bê tông xi măng đã chỉ ra rằng, hiệu quả làm nhẵn của thiết bị công tác được xác định bằng chiều dài quãng đường thiết bị công tác, tác động lên từng điểm ΔF của bề mặt bê tông xi măng. Chiều dài của quãng đường này chính là “Khả năng làm nhẵn của thiết bị công tác” và được đặt tên là “thông số S”. Theo [4], A.V. Bolotny đã đưa ra công thức thực nghiệm xác định “thông số S”, đồng thời đưa ra đồ thị về mối quan hệ giữa thông số S và độ nhám của bề mặt bê tông xi măng (Hình 3).



Hình 3. Mối quan hệ S - độ nhám R_n , theo kết quả thực nghiệm [4]

Đối với trống lăn, “thông số S” được xác định bằng công thức thực nghiệm, [4]:

$$S_t = \sqrt{D h_{tb}} \frac{1}{V_B} \quad (6)$$

Trong đó: D - Đường kính trống lăn, m; V_B - Vận tốc quay của trống lăn, m/s; h_{tb} - Độ sâu của trống lăn trong hỗn hợp bê tông, m; V - Vận tốc làm phẳng, m/s.

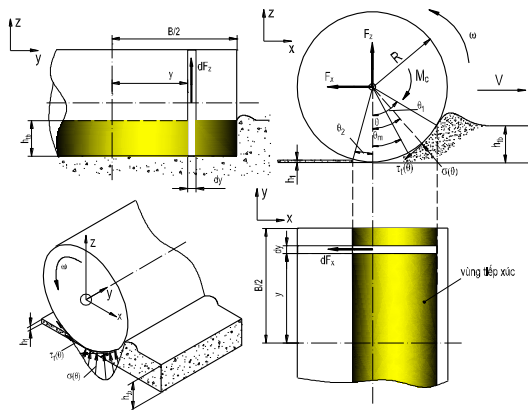
Theo công thức (6), khả năng làm nhẵn bề mặt của trống lăn sẽ phụ thuộc vào đường kính trống lăn D , độ sâu của trống lăn trong hỗn hợp BT và phụ thuộc vào các tốc độ làm việc của trống lăn (vận tốc làm phẳng V và tốc độ quay của trống lăn).

Như vậy, các thông số làm việc của máy phải đảm

bảo sao cho không xuất hiện khuyết tật bề mặt, đồng thời phải đảm bảo độ nhám phù hợp theo yêu cầu sản phẩm, ngoài ra năng suất phải cao. Từ yêu cầu trên ta sẽ xác định được tốc độ làm việc phù hợp của máy.

2.2. Xác định các phân lực tác dụng lên trống lăn trong quá trình đầm và hoàn thiện bề mặt

Khi trống lăn lăn trên bề mặt bê tông xi măng, tại mỗi điểm bất kỳ tiếp xúc giữa trống lăn và bê tông xi măng sẽ xuất hiện 2 thành phần ứng suất: ứng suất pháp σ , ứng suất tiếp theo phương tiếp tuyến τ_t (Hình 4). Các ứng suất này được phân bố theo góc tiếp xúc θ . Chúng ta có thể xác định được các thành phần lực F_j ($j = x, z$) và mô men cân M_c bằng cách tích phân các thành phần ứng suất dọc theo chu vi trống lăn và chiều rộng trống lăn.



Hình 4. Mô hình tính toán phân lực tác dụng lên trống lăn

Để tính toán, bề mặt trống lăn được chia thành các phân tử dy như Hình 4. Lực tác dụng lên phân tử này ở vị trí y được xác định như sau:

$$dF_x(y) = R dy \int_{\theta_2}^{\theta_1} (\tau_t \cos \theta + \sigma \sin \theta) d\theta \quad (7)$$

$$dF_z(y) = R dy \int_{\theta_2}^{\theta_1} (\sigma \cos \theta - \tau_t \sin \theta) d\theta \quad (8)$$

$$dM_c(y) = R^2 dy \int_{\theta_2}^{\theta_1} \tau_t d\theta \quad (9)$$

Khi đó ta có:

$$F_x = \int_{-B/2}^{B/2} dF_x(y) = bR \int_{\theta_2}^{\theta_1} (\tau_t \cos \theta + \sigma \sin \theta) d\theta \quad (10)$$

$$F_z = \int_{-B/2}^{B/2} dF_z(y) = BR \int_{\theta_2}^{\theta_1} (\sigma \cos \theta - \tau_t \sin \theta) d\theta \quad (11)$$

$$M_c = \int_{-B/2}^{B/2} dM_c(y) = BR^2 \int_{\theta_2}^{\theta_1} \tau_t d\theta \quad (12)$$

Các thông số cần thiết để tính toán các lực này là các góc độ θ_1, θ_2 và các ứng suất. Những thông số này được xác định sau đây:

Các góc θ_1 và θ_2 xác định như sau, [2]:

$$\begin{cases} \theta_1 = \arccos(1 - h_{tb} / R) \\ \theta_2 = a_3 \theta_1 \end{cases} \quad (13)$$

Trong đó: a_3 - Hệ số phụ thuộc vào tính chất của hỗn hợp bê tông, đặc điểm của trống lăn và hệ số trượt s; h_{tb} - Chiều cao san, m.

Khi đó h_1 được xác định bằng công thức:

$$h_1 = R(1 - \cos \theta_2) \quad (14)$$

Xác định ứng suất pháp: Dưới sự tác dụng của trống lăn, trong bê tông xi măng xuất hiện làm 2 vùng ứng suất pháp σ_1 và σ_2 , ranh giới giữa 2 vùng là ứng suất pháp lớn nhất σ_m . Góc θ_m là góc từ chiều thẳng đứng đến vị trí ứng suất đạt giá trị lớn nhất. Theo [3]:

$$\theta_m = (a_0 + a_1 s) \theta_1 \quad (15)$$

Với: a_0, a_1 - Các tham số phụ thuộc vào sự tương tác của trống lăn với bê tông xi măng; s - Là hệ số trượt của trống lăn với bề mặt bê tông xi măng; σ_1 nằm giữa góc θ_1 và θ_m , σ_2 nằm giữa góc θ_2 và θ_m .

Khi đó:

$$\sigma(\theta) = \begin{cases} \sigma_1(\theta) & \text{Khi: } \theta_m \leq \theta < \theta_1 \\ \sigma_2(\theta) & \text{Khi: } \theta_2 \leq \theta < \theta_m \end{cases} \quad (16)$$

$$\begin{cases} \sigma_1(\theta) = \left(\frac{k_c}{b} + k_\phi \right) \left[R(\cos \theta - \cos \theta_1) \right]^{n_t} \\ \sigma_2(\theta) = \left(\frac{k_c}{b} + k_\phi \right) \left\{ R \left[\cos \left[\theta_1 - \frac{(\theta - \theta_2)}{(\theta_m - \theta_2)} (\theta_1 - \theta_2) \right] - \cos \theta_1 \right] \right\}^{n_t} \end{cases} \quad (17)$$

Trong đó: k_c, k_ϕ - Các tham số phụ thuộc vào áp lực của trống; n_t - Hệ số gây lún; B - Chiều rộng của trống lăn, m.

Xác định các ứng suất tiếp: Có nhiều phương pháp khác để xác định các giá trị ứng suất tiếp, trong đó có phương pháp của Giáo sư Wong và Chiang công bố năm 2000 [1]. Theo đó, ứng suất tiếp tại một điểm:

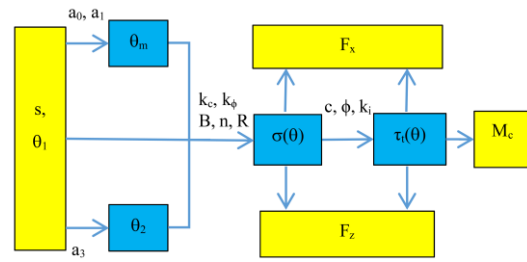
$$\tau(\theta) = (c + \sigma(\theta) \operatorname{tg} \phi) \left[1 - e^{-j(\theta)/k_1} \right] \quad (18)$$

Trong đó: Φ - Góc ma sát trong của hỗn hợp bê tông; k_1 - Mô đun biến dạng cắt của hỗn hợp bê tông phụ thuộc vào tính chất của hỗn hợp bê tông và trọng lãn; c - Hệ số kết dính của hỗn hợp bê tông với trọng lãn; $j(\theta)$ - Biến dạng của hỗn hợp bê tông theo phương tiếp tuyến tại một điểm, được xác định bằng cách tích phân vận tốc trượt V_j từ điểm có góc θ_1 tới điểm θ theo chu vi trọng lãn:

$$j(\theta) = \int_0^{\theta_1} R [1 - (1-s) \cos \theta] d\theta = R [(\theta_1 - \theta) - (1-s)(\sin \theta_1 - \sin \theta)] \quad (19)$$

Như vậy, phản lực và mô men cân tác dụng lên trọng lãn được xác định bằng cách tích phân những ứng suất σ , τ theo θ và y , trong các phương trình (10) ÷ (12). Các bước tính toán được thể hiện trên Hình 5.

Các biểu thức xác định các phản lực và mô men cân tác dụng lên trọng lãn là hàm số phụ thuộc vào nhất nhiều các yếu tố như tính chất của hỗn hợp bê tông, đặc điểm kết cấu của trọng lãn và đặc biệt là hệ số trượt s . Trên Hình 6, 7 là kết quả khảo sát các phản



Hình 5. Sơ đồ các bước tính toán F_x , F_z và M_c

lực và mô men theo hệ số trượt s , chiều cao san h_b , đường kính trọng lãn D .

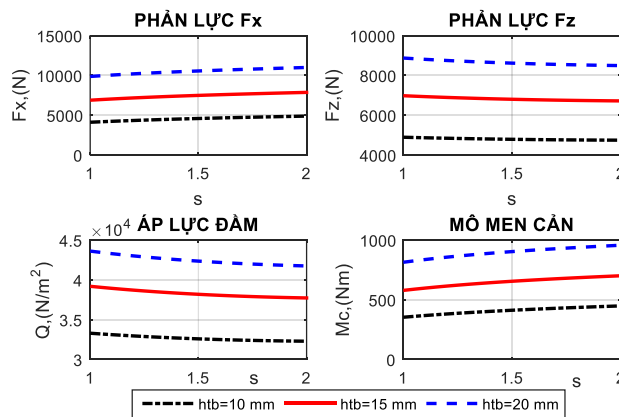
Công suất dẫn động quay trọng lãn được xác định như sau:

$$N_0 = N_1 + N_2 \quad (20)$$

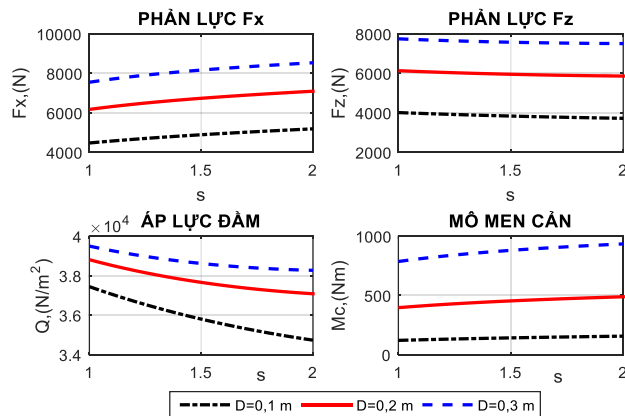
Trong đó:

N_1 - Công suất tiêu hao do mô men cân của trọng lãn, $N_1 = M_c \cdot \omega$.

N_2 - Công suất tiêu hao do ma sát của ngõng trục trọng lãn, $N_2 = G \cdot f_{ms} \cdot r$. Với: G - Trọng lượng trọng lãn; r - Bán kính ngõng trục trọng lãn; f_{ms} - Hệ số ma sát trong ngõng trục trọng lãn.



Hình 6. Giá trị F_x , F_z , Q và M_c khi thay đổi h_b



Hình 7. Giá trị F_x , F_z , Q và M_c khi thay đổi D

2.3. Xác định khả năng đầm của trống lăn

Khi làm việc, hỗn hợp bê tông được nén dưới tác động của áp lực tiếp xúc trống lăn lên hỗn hợp bê tông, được gọi là áp lực ép. Áp lực ép hỗn hợp ở một tốc độ nhất định và tăng từ 0 đến tối đa, sau đó giảm dần. Khi tác động của áp lực ép vượt qua lực kháng cắt sẽ phá vỡ các liên kết giữa các hạt của hỗn hợp bê tông và các hạt của hỗn hợp bê tông di chuyển đến các vị trí ổn định hơn.

Khi số lượng tác động của trống lăn tăng lên, hỗn hợp bê tông được nén không chỉ do sự lặp lại của tải, mà còn tạo sự gia tăng áp lực ép của trống lăn lên hỗn hợp. Hỗn hợp được nén, làm các phần tử hỗn hợp được sắp xếp lại chặt chẽ hơn đến khi hỗn hợp được nén chặt. Các nghiên cứu chỉ ra rằng, áp lực ép tại đó bê tông bắt đầu đầm chặt hiệu quả là 10 ÷ 15 (kPa), hoặc lớn hơn [6].

Áp lực ép được xác định như sau:

$$Q = \frac{P}{B.l_x} \quad (21)$$

Trong đó: B - Chiều dài của trống lăn; l_x - Hình chiếu của độ dài cung tiếp xúc của trống lăn với hỗn hợp; P - Lực nén của trống lăn, $P = F_z$.

Thay $P = F_z$ vào công thức (21) ta có:

$$Q = \frac{1}{\sin \theta_1} \int_{\theta_1}^{\theta_2} (\sigma \cos \theta - \tau_t \sin \theta) d\theta \quad (22)$$

Biểu thức Q là giá trị áp lực ép ngay bên dưới trống lăn. Khi khoảng cách tới bề mặt trống lăn tăng lên, áp suất trong hỗn hợp bê tông giảm và ở độ sâu nào đó h_0 đạt giá trị ban đầu p_0 , tức là áp suất trong hỗn hợp bê tông trước khi tiếp xúc với trống lăn. Vì mật độ của hỗn hợp bê tông là hàm của Q nên ở độ sâu h_0 , việc nén không xảy ra. Giá trị của Q và h_0 tăng khi bán kính trống lăn r tăng. Áp lực ép và mật độ của hỗn hợp khi đầm bằng trống lăn phụ thuộc vào các tính chất của hỗn hợp, hình dạng của sản phẩm và các thông số của trống lăn.

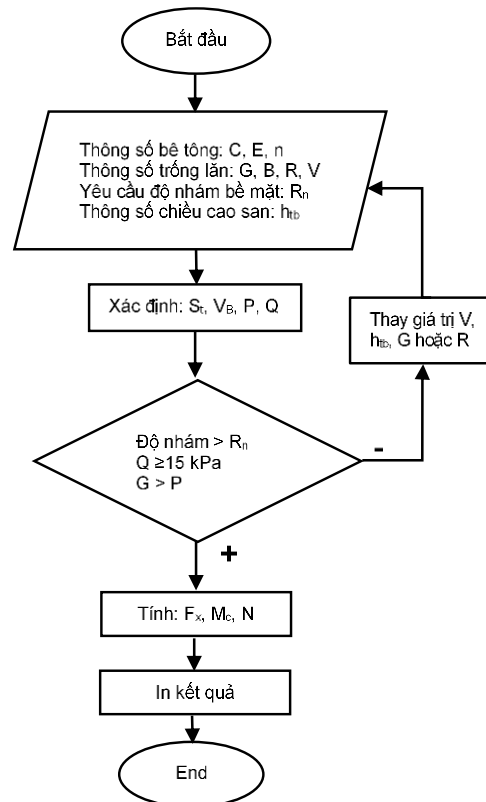
2.4. Tính toán thiết kế thiết bị đầm và hoàn thiện bề mặt bê tông bằng trống lăn

Khi làm việc, trống lăn sẽ được di chuyển trên ray (ray vừa có tác dụng dẫn hướng cho trống lăn di chuyển và làm phẳng bề mặt vừa có tác dụng làm cốt pha để tạo hình). Hỗn hợp bê tông sẽ được dải vào khoảng không giữa 2 ray và có độ cao lớn hơn độ cao của ray một khoảng được xác định từ trước. Trống lăn có trọng lượng G được dẫn động quay với tốc độ n_B

sẽ thực hiện quá trình đầm làm chặt và tạo phẳng.

Trống lăn phải có trọng lượng đủ lớn để tạo áp lực nén xuống, làm chặt hỗn hợp bê tông. Ngoài ra, để đảm bảo mặt đường bê tông phẳng thì trong quá trình làm việc trống lăn luôn luôn di chuyển trên bề mặt làm phẳng và tiếp xúc với ray. Do đó, trống lăn phải có trọng lượng G lớn hơn lực nén P. Tuy nhiên, khối lượng trống lăn lớn quá dẫn tới lực kéo cần thiết để di chuyển trống lăn trên bề mặt làm phẳng và di chuyển trên ray sẽ lớn, ngoài ra công tác vận chuyển trống lăn sẽ khó khăn hơn.

Trên cơ sở tính toán và phân tích các yếu tố ảnh hưởng đến chất lượng bề mặt và khả năng đầm của trống lăn có dẫn động ta tính toán, thiết kế các thông số của trống lăn theo các bước thể hiện trên Hình 8.



Hình 8. Sơ đồ tính toán các thông số của trống lăn

Với các thông số đầu vào:

- Chiều cao san, theo [4]: $h_{tb} = 0,01 \div 0,015$ (m).
- Bán kính trống lăn, theo [7]: $R = (0,9 \div 1).H$. Với H- chiều cao lớp bê tông được đầm, lấy $H = 0,15m$. Khi đó chọn, $R = 0,125m$.
- Chiều dài trống lăn: $B = 3m$.
- Hỗn hợp bê tông: Mác M150, độ cứng $C = 35s$.
- Trọng lượng trống lăn: $G = 7500N$.
- Vận tốc san: $V = 0,1 \div 0,5$ (m/s).
- Độ nhám bề mặt: $R_n = 3mm$.

Sử dụng phần mềm Matlab theo các bước tính như Hình 8, ta tính toán thiết kế thiết bị thi công đầm và hoàn thiện bề mặt bê tông bằng trống lăn như sau: $D = 0,25\text{m}$; $B = 3\text{m}$, $V = 0,15\text{m/s}$; $V_B = 0,5875\text{m/s}$; $N = 3\text{kW}$; $n_B = 269\text{r/min}$.

3. Kết luận

Bài báo đã trình bày cơ sở tính toán, thiết kế các thông số kết cấu, tốc độ làm việc và công suất dẫn động của thiết bị thi công đầm và làm phẳng bề mặt bê tông xi măng bằng trống lăn thông qua việc nghiên cứu các yếu tố ảnh hưởng đến chất lượng bề mặt và khả năng đầm của trống lăn có dẫn động. Từ đó, đã tính toán thiết kế một thiết bị thi công đầm và làm phẳng bề mặt bê tông xi măng bằng trống lăn có dẫn động quay.

Phương pháp xác định các thông số kết cấu và tốc độ làm việc bằng phương pháp giải tích giúp cho người thiết kế, chế tạo và khai thác thiết bị có thể lựa chọn, điều chỉnh các tốc độ làm việc một cách nhanh chóng, phù hợp với công nghệ thi công bề mặt bê tông xi măng tại Việt Nam.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Wong J. Y. and Chiang C. F., *A general theory for skid steering of tracked vehicles on firm ground. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part D: Journal of Automobile Engineering*, Vol.215(3): pp.343-355, 2001.
- [2] Liang Ding, Haibo Gao, Zongquan Deng, Keiji Nagatani, Kazuya Yoshida (2009-2010), *Experimental study and analysis on driving wheels' performance for planetary exploration rovers moving in deformable soil*, Department of Aerospace Engineering, Tohoku University, Sendai 980-8579, Japan.
- [3] Hiroaki Inotsume, Masataku Sutoh, Kenji Nagaoka, Keiji Nagatani, Kazuya Yoshida, *Modeling, Analysis, and Control of Actively Recon- gurable Planetary Rover for Traversing Slopes Covered with Loose Soi*, Department of Aerospace Engineering Tohoku University, Japan, 2001.
- [4] Болотный А.В., *Устройство для заглаживания незатвердевших бетонных поверхностей*, А.с. 387070 СССР, кл. E01C 19/42, 1973.
- [5] Мамаев Л.А., *Методология совершенствования теории взаимодействия рабочих органов бетоноотделочных машин с поверхностью обрабатываемых сред*: дис. д-ра техн. наук / Л.А. Мамаев. -СПб.: СПбГАСУ.- 360 с, 2007.
- [6] Лавринев П. Г., *Технология роликового формования изделий из мелкозернистых бетонов с принудительным повтором рабочего органа*. - Автореф. дисс. на соиск. учен. степени канд. техн. наук. - М., 1983, НИИЖБ. 24 с, 1983.
- [7] Korolev, N. E., Kuzin, V. N., Selivanova, S. A. *Formovanie zhelezobetonnyh izdeliy metodom rolikovogo pressovaniya*. Trudy NIIZHB, Vol.22, pp,32-38, 1970.

Ngày nhận bài:	01/7/2021
Ngày nhận bản sửa:	10/8/2021
Ngày duyệt đăng:	16/8/2021