

TÍNH TOÁN ỔN ĐỊNH MÁY BỐC DỠ THAN LOẠI LIÊN TỤC
TRÊN NỀN MÓNG

CALCULATION OF STABILITY FOR CONSTINUOUS SHIP UNLOADER ON
FOUNDATION

ThS. Ngô Hồng Đăng, TS. Phan Đăng Phong
Viện Nghiên cứu Cơ khí

TÓM TẮT

Thống kê cho thấy những thiệt hại mang lại do việc mất cân bằng của cầu trục nói riêng, hay máy và thiết bị nâng nói chung là rất lớn, đã có nhiều tai nạn đáng tiếc xảy ra trên thế giới và ngay tại Việt Nam. Ngoài những lí do làm mất ổn định như vật liệu sử dụng thiếu chất lượng, điều kiện làm việc, thao tác của người lái cầu, làm việc quá công suất cho phép thì việc mất ổn định do tác động của ngoại lực là một trong những nguyên nhân chủ yếu, cần được xem xét tính toán. Máy bốc dỡ than là một thiết bị nâng, vận chuyển nguyên vật liệu được sử dụng tại cảng than thuộc phạm vi hệ thống cung cấp than cho các nhà máy nhiệt điện đốt than. Trong quá trình thiết kế, việc tính toán ổn định cho máy bốc dỡ là một yêu cầu bắt buộc để tránh những tai nạn đáng tiếc có thể xảy ra trong quá trình vận hành. Trong bài báo này sẽ trình bày việc tính toán các lực tác động trên máy bốc dỡ than và tính toán độ ổn định của máy bốc dỡ trên nền móng.

Từ khóa: Tính toán ổn định; Hệ số ổn định; Máy bốc dỡ than loại liên tục.

ABSTRACT

Statistics show that the damage caused by the imbalance of crane in particular or lifting equipment in general is very serious, there have been many accidents happening in the world, and even in Vietnam. In addition to the reasons for instability such as materials used inadequate quality, bad working conditions, manipulation of the crane drivers, over capacity operation, the instability due to the impact of external forces is one or the main reasons that should be considered and calculated. The constinuous ship unloader (CSU) is a lifting equipment used at coal jetty within the coal handling system for coal fired power plants. During design process, the calculation of stability for CSU is a mandatory requirement to avoid unfortunate accidents that may occur during operation. This paper will show methodology calculate the impact forces on CSU and the stability for CSU on foundation.

Keywords: Stability calculation; Stability factor; Continuous ship unloader (CSU).



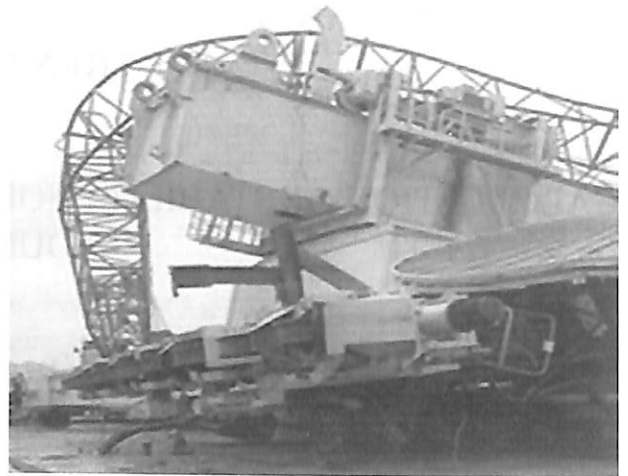
1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Máy bốc dỡ được tích hợp trên hệ thống vận chuyển liệu tại cảng than như trên Hình 1, chuyển liệu vào các khu vực sử dụng thông qua các hệ thống băng tải và tháp chuyên tiếp. Máy bốc dỡ như thể hiện trên Hình 2, là loại máy bốc dỡ liên tục, được sử dụng cho hệ thống vận chuyển than của Nhà máy Nhiệt điện (NMNĐ) Sông Hậu 1.

Trong quá trình bốc dỡ liệu từ các xà lan, cần vóoi của máy bốc dỡ trong nhiều trường hợp phải vượt tới mức tối đa và thực tế đã xảy ra các hiện tượng lật hoặc đổ trong quá trình làm việc của các máy bốc dỡ. Trên thế giới đã có rất nhiều vụ tai nạn khủng khiếp xảy ra do việc mất cân bằng gây đổ sập cầu trục, như thống kê trên Bảng 1, nêu một số tai nạn đổ cầu trục nổi tiếng trên thế giới. Trong đó, có tai nạn đã từng xảy ra ở cảng Cái Lân, Việt Nam, 2008 như trên Hình 1. Do đó yêu cầu cần thiết đặt ra là phải tính toán độ ổn định cho máy bốc dỡ trong quá trình thiết kế, trước khi chế tạo và đem vào sử dụng.

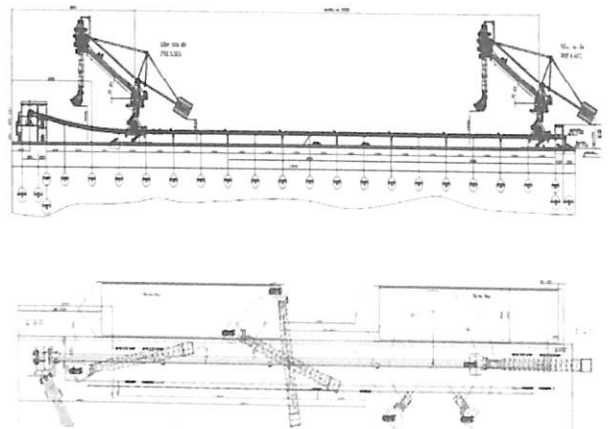
Bảng 1. Một số tai nạn điển hình trên thế giới:

TT	Tai nạn	Thiệt hại
1	Cầu trục bị đổ ở “Big Blue”, Milwaukee, 1999	3 người tử vong
2	Cầu trục bị đổ ở Battersea, Anh, 2006	2 người tử vong
3	Cầu tháp đổ ở New York, Mỹ, 2008	7 người tử vong
4	Cầu tháp công suất hơn nghìn tấn tại khu lọc dầu ở Houston, Texas, Mỹ, 2008	4 người tử vong
5	Cần cầu bị đổ tại cảng Cái Lân, Việt Nam, 2008	7 người tử vong

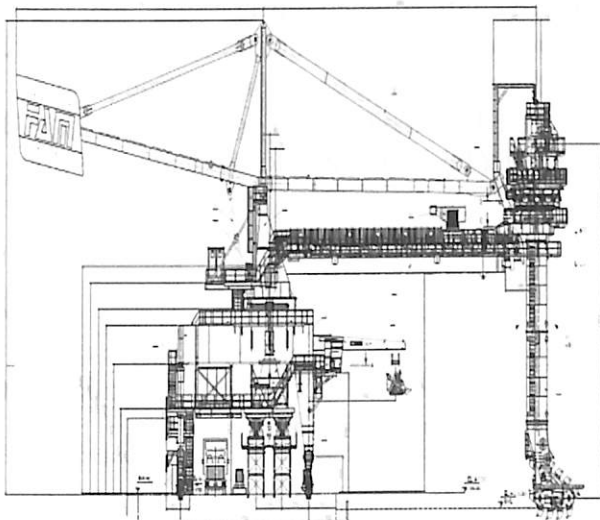


Hình 1. Tai nạn đổ cần cầu tại cảng Cái Lân, Việt Nam, 2008

Trên cơ sở các số liệu cung cấp từ thiết kế cho máy bốc dỡ công suất 1.700 tấn/h được sử dụng cho hệ thống vận chuyển than, dự án Nhà máy Nhiệt điện Sông Hậu 1, có công suất 2x600 MW như đã chỉ ra trên Hình 2 và Hình 3. Trong bài báo này, sẽ trình bày phương pháp và kết quả tính toán các tải trọng tác động lên máy bốc dỡ, tính toán ổn định cho máy bốc dỡ trên nền móng.



Hình 2. Sơ đồ bố trí máy bốc dỡ tại cảng than



Hình 3. Máy bốc dỡ loại liên tục

2. NỘI DUNG PHƯƠNG PHÁP

2.1. Các lực tác động lên máy bốc dỡ

Trong quá trình vận hành, máy bốc dỡ chịu các loại tải trọng chính như sau:

a) Tải trọng nâng danh nghĩa Q , N là trọng lượng lớn nhất của vật nâng mà máy có thể nâng được. Do máy bốc dỡ sử dụng gầu ngoạm để xúc vật liệu, tải trọng nâng danh nghĩa sẽ được tính theo công thức [1]:

$$Q = Q_{vl} + Q_g \quad (2.1)$$

Với: Q_{vl} – Trọng lượng của vật liệu trong gầu;

Q_g – Trọng lượng bản thân gầu.

b) Tải trọng do trọng lượng bản thân: Bao gồm trọng lượng các chi tiết, cụm máy và kết cấu.

c) Tải trọng gió: Đối với các máy làm việc ngoài trời cần tính toán đến tải trọng do gió gây ra. Tải trọng gió thay đổi ngẫu nhiên và trị số phụ thuộc vào thời tiết, khí hậu từng vùng. Toàn bộ tải trọng gió được xem là tác

dụng theo phương ngang và được tính theo công thức [1], [3], [4].

$$W_g = q \cdot n \cdot c \cdot \beta \cdot A \quad (2.2)$$

Với:

q – Áp lực gió, N/m^2 , được lấy theo điều kiện tại dự án Nhiệt điện Sông Hậu 1 [5]:

$$q = 550 N/m^2;$$

n – Hệ số kể đến sự tăng áp lực gió theo chiều cao;

c – Hệ số cản khí động học;

β – Hệ số động lực học kể đến đặc tính xung động của tải trọng gió;

A – Diện tích hứng gió tính toán của kết cấu hoặc vật nâng, m^2 .

d) Tải trọng phát sinh khi vận chuyển: Gồm tải trọng bản thân và tải trọng động phát sinh trong quá trình vận chuyển máy. Trong bài toán tính ổn định trên nền móng thì tải trọng này không xét đến.

e) Tải trọng khi dựng lắp: Trong quá trình dựng lắp, tải trọng bản thân được lấy tăng 15 -20 %. Tuy nhiên, tải trọng này cũng không được tính đến cho bài toán tính ổn định của máy.

f) Tải trọng động: Tải trọng động tác dụng lên máy bốc dỡ là lực quán tính phát sinh trong điều kiện cụ thể như mở máy hoặc phanh đột ngột.

2.2. Tính toán ổn định máy bốc dỡ

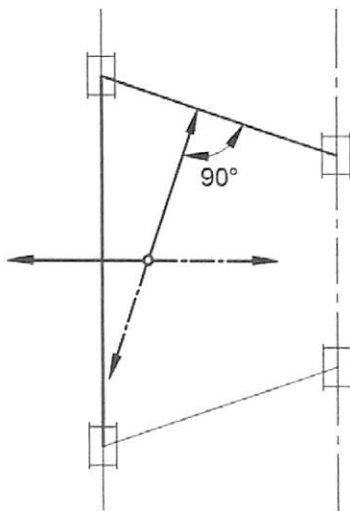
2.2.1. Cơ sở lý thuyết tính toán ổn định

Khi máy và thiết bị nâng đứng trên nền móng, dưới tác động của ngoại lực như trọng lượng vật nâng, gió, các lực quán tính phát sinh khi các cơ cấu máy làm việc, ảnh hưởng của độ dốc nền... Máy có thể ở trạng thái lật hoặc lật đổ. Lúc này máy được xác định là ở trạng thái mất ổn định. Sự ổn định của máy phải đảm bảo ở hai trường hợp: Làm việc (độ ổn định có tải) và không làm việc (độ ổn định không tải).

Sự ổn định sẽ được kiểm tra bằng tính toán thông qua việc xác định hệ số ổn định k cho cả hai trường hợp [1].

Hệ số ổn định có tải được xác định bằng tỷ số giữa mô men của trọng lượng các bộ phận cần trục có tính đến tất cả các lực phụ (gió, quán tính mở máy hoặc phanh các cơ cấu) và ảnh hưởng của góc nghiêng cho phép lớn nhất khi làm việc, đối với trục lật và mô men do trọng tải nâng Q gây ra đối với trục lật.

Hệ số ổn định không tải được xác định bằng tỷ số giữa mô men của trọng lượng các bộ phận máy bốc dỡ có tính đến góc nghiêng mặt nền về phía lật, đối với trục lật và mô men của lực gió đối với trục lật. Trên Hình 4, mô tả các vị trí của cần (đường mũi tên nét liền) và trục lật (đường nét đậm) để tính toán ổn định có tải, khi mà các bánh xe dựa của máy được bố trí theo dạng hình thang.



Hình 4. Vị trí cần và trục lật của máy bốc dỡ

2.2.2. Hệ số ổn định có tải

Hình 5, mô tả sơ đồ tính toán hệ số ổn định máy bốc dỡ khi có tải. Cần trục nằm trên mặt phẳng nghiêng về phía trục lật với góc dốc α , chịu tải gió và quán tính có chiều giảm

mô men giữ. Mô men giữ là mô men có chiều ngược với chiều cần trục, nó được tạo ra chủ yếu do trọng lượng bản thân cần trục [1], [2].

Khi cần nằm vuông góc với trục lật AB hoặc CD, hệ số ổn định động khi có tải sẽ là:

$$k_1' = \frac{1}{Q(a-0,5S)} [G(0,5S + e) - h_1 \sin \alpha] - \frac{Q n^2 r_{max} h_1}{900 - n^2 h_1} - \frac{Q v_1}{g t_1} (a - 0,5S) - \frac{Q v_2}{g t_2} h_3 - \frac{Q v_3}{g t_3} h_1 - \frac{(Q + G_0) v_4}{g t_4} h_3 - \frac{(Q + G_0) v_5}{g t_5} (a - 0,5S) - P_g h_2 - P_{g0} h_2 \geq 1,15 \tag{2.3}$$

Khi cần có hướng tạo với trục lật một góc 45°; hệ số ổn định động sẽ là:

$$k_1'' = \frac{1}{0,7(Q + G_0 - 0,4S)} [G(0,7(0,5S + e) - h_1 \sin \alpha) - \frac{0,7 Q n^2 r_{max} h_1}{900 - n^2 h_1} - \frac{66(Q + G_0) n r_{max} h_2}{(900 - n^2 h_1) g t_1} - 0,7 \frac{Q v_1}{g t_1} (a - 0,5S) - \frac{Q v_2}{g t_2} h_3 - \frac{Q v_3}{g t_3} h_1 - 0,7 \frac{(Q + G_0) v_4}{g t_4} h_3 - 0,7 \frac{(Q + G_0) v_5}{g t_5} (a - 0,5S) - P_g h_2 - P_{g0} h_2] \geq 1,15 \tag{2.4}$$

Hệ số ổn định tĩnh khi có tải được xác định khi góc dốc $\alpha = 0$ khi không kể đến tải trọng gió và quán tính:

$$k_1''' = \frac{G(0,5S + e)}{Q(a - 0,5S)} \geq 1,4 \tag{2.5}$$

Trong đó:

Q, G, G₀ – Trọng lượng vật nâng lớn nhất ứng với tâm với, cần trục và cần quay quy về đầu cần, kG;

r_{max} – Tâm với lớn nhất tương ứng với tải trọng nâng tính toán Q, m;

0,5S – Khoảng cách từ trục quay cần trục đến trục lật, m;

e – Khoảng cách từ trục quay đến trọng tâm cần trục, m;

v₁, v₂ – Tốc độ nâng hạ vật và di chuyển cần trục, m/s;

n – Tốc độ quay cần trục v/ph;

P_g, P_{g0} – Lực gió tác dụng lên cần trục và vật nâng ở trạng thái làm việc hướng gió vuông góc với trục vật, kG;

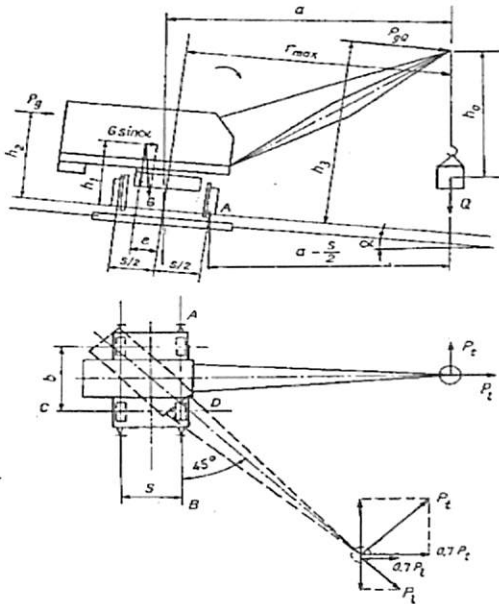
v₃', v₃'' – Tốc độ dịch chuyển ngang và đứng của đầu cần khi cơ cấu thay đổi tâm với làm việc, m/s;

t₁, t₂, t₃, t₄ – Thời gian phanh/ mở cơ cấu nâng,

di chuyển, thay đổi tâm với và quay cân trực, s. Với cân thẳng có thể áp dụng:

$$G_o' = G_o'' = G_c/3 \quad (2.6)$$

Trong đó: G_c – Trọng lượng cân và thiết bị.



Hình 5. Sơ đồ tính toán ổn định máy khi có tải

2.2.3. Hệ số ổn định không tải

Cần ở vị trí có tâm với nhỏ nhất. Cần trực có xu hướng lật quanh trục đi qua B dưới tác dụng của lực gió bất lợi ở trạng thái không làm việc và độ dốc của nền móng máy đứng như thể hiện trên Hình 6.

Hệ số ổn định không tải được tính theo công thức [1]:

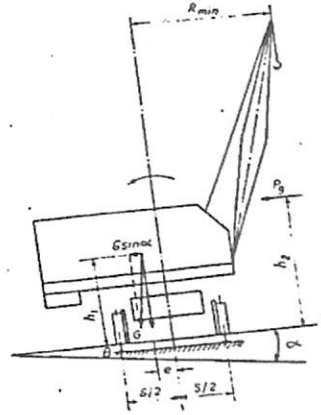
$$k_2 = \frac{G[(0,55 - \epsilon) - h_2 \sin \alpha]}{P_g h_2} \geq 1,15 \quad (2.7)$$

P_g – Lực gió ở trạng thái không làm việc tác dụng lên cần trực, kG.

Khi kiểm tra ổn định không tải không được kể đến ảnh hưởng của thiết bị kẹp ray.

Góc nghiêng của nền đường khi kiểm tra ổn định cho cả hai trường hợp có tải và không tải đều lấy như sau: Cần trực có đường

sắt, cần trực ô tô, cần trực bánh xích khi làm việc không có chân chống phụ $\alpha = 3^\circ$, khi có chân chống phụ $\alpha = 1,5^\circ$; Cần trực làm việc trên nền đường tạm (công trường) $\alpha = 2^\circ$, cầu trực tháp $\alpha = 2^\circ$



Hình 6. Sơ đồ tính toán ổn định không tải

3. KẾT QUẢ ĐẠT ĐƯỢC

3.1. Kết quả tính toán các lực tác động lên máy bốc dỡ

Thông qua việc xác định các lực tác động lên máy bốc dỡ như trình bày được nêu ở phần 2.1, trong bài báo này, kết quả tính toán các lực tác động liên quan đến việc tính toán độ ổn định cho máy bốc dỡ được thể hiện như trên Bảng 2.

Bảng 2. Kết quả tính toán các lực tác động lên máy bốc dỡ

TT	Các tải trọng tác động	Ký hiệu	Đơn vị	Giá trị
1	Tải trọng nâng danh nghĩa	Q	kN	1218.5
2	Tải trọng do trọng lượng bản thân	Q_b	kN	9085
3	Tải trọng gió	W_B	kN	721.8



3.2. Kết quả tính toán ổn định cho máy bốc dỡ trên nền móng

Dựa trên các thông số đầu vào được áp dụng cho máy bốc dỡ của NMNĐ Sông Hậu 1, tính toán theo phương pháp đã được trình bày ở mục 2.2, kết quả tính toán ổn định của máy bốc dỡ được thể hiện trên Bảng 3. Kết quả tính toán có hệ số ổn định đều thỏa mãn các điều kiện ổn định như sau:

Hệ số ổn định có tải: Khi cần nằm vuông góc với trục lật: $k_1' = 4.0 > 1,15$;

Khi cần có hướng tạo với trục lật 1 góc 45° : $k_1'' = 3.4 > 1,15$;

Khi góc dốc $\alpha = 0$: $k_1''' = 4,7 > 1,4$;

Hệ số ổn định không tải: $k_2 = 9.5 > 1,15$.

Bảng 3. Kết quả tính toán ổn định của máy bốc dỡ:

TT	Thông số và tải trọng tác động	Ký hiệu	Giá trị	Ghi chú
I	Hệ số ổn định có tải			
1	Khi cần nằm vuông góc với trục lật	k_1'	4.0	Thỏa mãn
2	Khi cần có hướng tạo với trục lật 1 góc 45°	k_1''	3.4	Thỏa mãn
3	Khi góc dốc $\alpha = 0$	k_1'''	4.7	Thỏa mãn
II	Hệ số ổn định không tải	k_2	9.5	Thỏa mãn

4. KẾT LUẬN

Thông qua việc xác định các lực tác động lên máy bốc dỡ và tính toán hệ số ổn định trong hai trường hợp có tải và không tải của máy bốc dỡ, kết quả cho thấy máy bốc dỡ được thiết kế như đề tài đã nghiên cứu đủ ổn định trên nền móng. Đề tài cũng được áp dụng vào thực tế để kiểm chứng tính đúng đắn của các giả thuyết và tính toán đạt được và sẽ là cơ sở quan trọng để áp dụng cho các hạng mục tương tự được đầu tư trong nước trong thời gian tới. ♦

Ngày nhận bài: **05/12/2017**

Ngày phản biện: **18/12/2017**

Tài liệu tham khảo:

- [1]. Trương Quốc Thành, Phạm Quang Dũng; *Máy và Thiết bị nâng*, NXB. Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội, 2004.
- [2]. TCVN 4244; *Thiết bị nâng - Thiết kế, chế tạo và kiểm tra kỹ thuật*.
- [3]. TCVN 2737:1999; *Tiêu chuẩn tác động và tải trọng*.
- [4]. TCVN 229:1999; *Chỉ dẫn tính toán thành phần động của tải trọng Gió*.
- [5]. QCVN 02-2009/BXD; *Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia - Số liệu điều kiện*.