



NGHIÊN CỨU XÁC ĐỊNH ĐIỀU KIỆN LÀM VIỆC ỔN ĐỊNH CỦA MÁY XÚC LẬT KHI DỊCH CHUYỂN DẢI PHÂN CÁCH PHỤC VỤ CHO VIỆC CHUYỂN LÀN ĐƯỜNG

Lưu Đức Thạch^{1*}

Tóm tắt: Hiện tượng ùn tắc các phương tiện khi tham gia giao thông ở các thành phố lớn của nước ta là rất nghiêm trọng. Một trong những giải pháp chống ùn tắc cục bộ ở các giờ cao điểm là chuyển dải phân cách từ làn đường đang ùn tắc sang phía làn đường thông thoáng hơn, để giải quyết nhanh chóng ùn tắc. Các nước trên thế giới, đặc biệt là nước Mỹ đã sử dụng giải pháp này một cách hiệu quả. Ở Việt Nam chưa có loại thiết bị này. Vì vậy, việc nghiên cứu xác định các thông số cơ bản của hệ thống thiết bị để đảm bảo điều kiện làm việc ổn định trong quá trình làm việc, giúp cho việc thiết kế chế tạo và sử dụng trong nước, góp phần làm giảm ùn tắc giao thông ở các thành phố lớn.

Từ khóa: Dải phân cách; máy xúc lật; thiết bị; giao thông; dịch chuyển.

Research identifying stability conditions of the bucket excavator when the divided transferring conditions for road transfer

Abstract: The traffic jams became more serious in big cities of Vietnam. One of solutions to avoid local traffic jams in rash hours is to move the rigid lane from the jammed lane to the less jammed one and the jam traffics may be resolved. In the world, especially in USA, this solution is already applied effectively. In Vietnam, this problem is still not be paid appropriate attention. Therefore, this study identifies the basic parameters of the equipment system to ensure stable working conditions, helps to design and to manufacture, to use in domestic, as well as to contribute to reduce traffic jams in big cities.

Keywords: Barrier; bucket excavator; equipment; transportation; displacement.

Nhận ngày 15/08/2017; sửa xong 15/09/2017; chấp nhận đăng 26/9/2017

Received: August 15th, 2017; revised: September 15th, 2017; accepted: September 26th, 2017



1. Mở đầu

Các loại dải phân cách có thể được sản xuất từ bê tông, nhựa, thép... để phân cách các loại phương tiện lưu thông trên đường. Thông thường các loại dải phân cách có kích thước lớn nặng được đặt cố định trên đường, việc di chuyển chúng mất nhiều thời gian và kinh phí khi cần phải bố trí lại làn đường. Một giải pháp đơn giản, ít tốn kém nhất để giải quyết tình trạng ách tắc giao thông cục bộ và tai nạn giao thông ở các tuyến đường này là đặt dải phân cách di động thay vì cố định. Vào giờ cao điểm, dải phân cách di động sẽ dịch chuyển sang phần đường ít người đi để mở rộng phần đường đông phương tiện lưu thông.

Trên các đường phố, nhất là đường cao tốc ở các nước phát triển, việc đặt dải phân cách di động khá phổ biến. Dải phân cách làm bằng nhựa, có xe điều chỉnh vào vị trí mong muốn. Trong khi di chuyển, người ta phân làn để bảo đảm an toàn cho người đang lưu thông. Tuy nhiên, phương án này có nhược điểm là loại giải phân cách này yếu không chống được các va chạm với các xe đang lưu thông.

Tác giả C. S. Papacostas trong bài báo "Honolulu's zipper lane: a moveable hove application" đã phân tích về kết cấu của dải phân cách bằng bê tông và phương pháp sản xuất chúng [1]. Tác giả David Fajardo, Travis Waller trong bài báo "Dynamic Lane Reversal in Traffic Management" đã phân tích việc quản lý chuyển làn động tích cực trong giao thông và hiệu quả trong việc này có thể đạt đến 70% theo yêu cầu [2]...

Số lượng đường cao tốc ở Việt Nam hiện nay ngày càng nhiều, chất lượng đường cao tốc ngày càng được nâng cao. Tuy nhiên, cho đến nay vẫn chưa có loại máy và thiết bị nào có thể dịch chuyển dải phân

¹ TS, Khoa Cơ khí Xây dựng, Trường Đại học Xây dựng.

* Tác giả chính. E-mail: luuducthach@gmail.com.

cách như ở nước ngoài. Cũng như chưa có một nghiên cứu khoa học nào đề cập đến. Mặt khác tình trạng ùn tắc giao thông trong giờ cao điểm tại các đường giao thông quan trọng, các khu đô thị lớn, các trạm thu phí vẫn thường xuyên xảy ra. Vì vậy, cần có các nghiên cứu về loại thiết bị này để có thể thiết kế, chế tạo và vận hành ở trong nước.

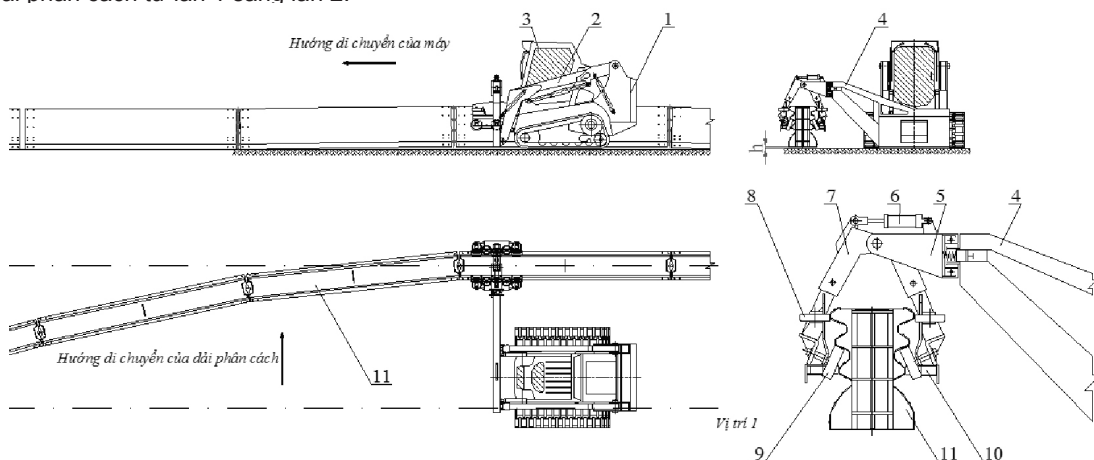
Trong nghiên cứu này tác giả mới chỉ đề cập đến chế độ làm việc chống lật và chống xoay cho hệ thống thiết bị khi dịch chuyển dài phân cách.



2. Xác định điều kiện làm việc ổn định của hệ thống thiết bị khi dịch chuyển dài phân cách

2.1 Sơ đồ cấu tạo và nguyên lý làm việc của hệ thống thiết bị

Trên Hình 1 thể hiện sơ đồ cấu tạo và nguyên lý làm việc của hệ thống thiết bị khi dịch chuyển dài phân cách bao gồm: máy cơ sở là máy xúc lật có hệ thống di chuyển kiểu xích cao su 1, khung nâng cần 2 nâng tay cần 4, thông qua thiết bị kẹp 5 để nâng dài phân cách 11 lên cách mặt đường từ $0.15 \pm 0.2\text{m}$. Thiết bị kẹp 5 có các con lăn tỳ 8 và con lăn đỡ nghiêng 9 bằng cao su giúp được kẹp vào dài phân cách nhờ xi lanh 6 sao cho dài phân 11 cách trượt trên các con lăn được dễ dàng. Dài phân cách 11 được làm thành từng khối, các khối được liên kết với nhau bằng khớp bản lề, phía dưới các đoạn dài phân cách có lắp các bánh xe có thể điều chỉnh được cao độ khi lăn trên bề mặt đường. Máy xúc lật 1 nâng dài phân cách 11 và di chuyển về phía trước, các đoạn dài phân cách 11 lần lượt được nâng lên và kéo dịch chuyển từ vị trí đặt dài phân cách từ làn 1 sang làn 2.



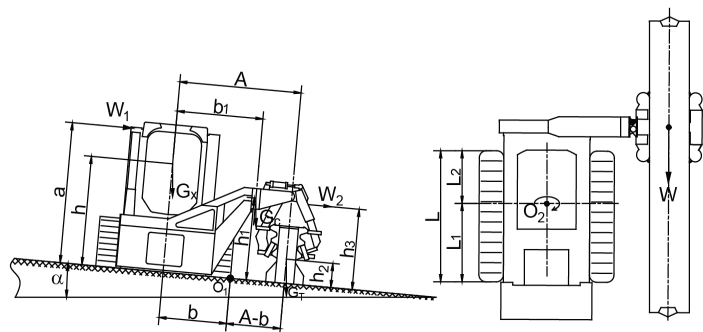
1. Máy xúc lật; 2. Khung nâng cần; 3. Cabin điều khiển; 4. Tay cần nâng dài phân cách;
5. Thiết bị kẹp dài phân cách; 6. Xi lanh kẹp; 7. Càng kẹp động; 8, 10. Bánh xe dẫn hướng ngang;
9. Bánh xe dẫn hướng nghiêng; 11. Dài phân cách bằng thép.

Hình 1. Sơ đồ cấu tạo nguyên lý làm việc của máy

Vấn đề đặt ra ở đây là phải xác định khối lượng và số lượng các đoạn dài phân cách phù hợp với các loại máy cơ sở sẵn có đồng thời phải lựa chọn được khoảng cách hợp lý từ đường tâm của máy cơ sở đến đường tâm của dài phân cách phù hợp với tiêu chuẩn của mỗi làn đường mà hệ thống thiết bị này có thể làm việc bình thường.

2.2 Xác định điều kiện làm việc ổn định của hệ thống thiết bị không bị lật khi nâng dài phân cách

Giả sử rằng khi máy xúc lật nâng dài phân cách nằm nghiêng so với phương ngang một góc α , đồng thời chịu các lực tác dụng của gió thổi vào máy, cần, dài phân cách và chịu tác dụng của các lực quán tính khi phanh, Hình 2. Lúc này máy xúc lật có thể xoay quanh điểm O_1 . Hệ số ổn định khi làm việc được tính như sau:



Hình 2. Sơ đồ xác định điều kiện làm việc của máy khi nâng và dịch chuyển dài phân cách

trong đó: A là chiều dài tay cần, m; b_1 là khoảng cách từ trọng tâm máy đến trọng tâm tay cần, m; b là khoảng cách từ tâm máy đến xích, m; a là khoảng cách từ điểm đặt W_1 đến mặt đường, m; h là khoảng cách tâm máy so với mặt đường, m; α là góc nghiêng theo phương ngang của mặt đường, độ; h_1 là khoảng cách từ tâm cần đến mặt đường, m; h_2 là khoảng cách từ trọng tâm dải phân cách đến mặt đường, m; h_3 là khoảng cách điểm đặt lực W_2 so với mặt đường, m; L là chiều dài dải xích, m; L_1 là khoảng cách từ trọng tâm máy đến điểm gần nhất dải xích, m; L_2 là khoảng cách từ trọng tâm máy đến điểm xa nhất dải xích, m; b_1 là khoảng cách từ trọng tâm máy đến trọng tâm cần, m; b_2 là khoảng cách từ trọng tâm máy đến điểm chịu tải theo phương ngang, m.

Hệ số ổn định đảm bảo thiết bị không bị lật khi nâng dải phân cách [3]:

$$k_{01} = \frac{M_{Gd} - M_w - M_{qt}}{M_t} \geq 1.15 \quad (1)$$

trong đó: $M_{Gd} = G_x [b \cdot \cos \alpha - h \cdot \sin \alpha]$ là moment giữ do trọng lượng bản thân máy xúc lật theo phương đứng; $M_t = G_r \cos \alpha (A - b) + G_r \sin \alpha \cdot h_2$ là moment lật do trọng lượng dải phân cách ở tầm với làm việc; $M_c = G_c \cos \alpha (b_1 - b) + G_c \sin \alpha \cdot h_3$ là moment sinh ra do trọng lượng tay cần làm lật máy; $M_w = W_1 a + W_2 h_3$ là moment lật do gió, với W_1 là lực gió lớn nhất ở trạng thái làm việc tác dụng lên máy xúc lật, W_2 là lực gió lớn nhất ở trạng thái làm việc tác dụng vào dải phân cách quy về đầu cần; $M_{qt} = \frac{G_t \cdot v_h}{g \cdot t_1} \cdot (A - b)$ [3] là mô men quán tính của dải phân cách khi phanh trong quá trình nâng hạ cần; V_h là tốc độ hạ cần, m/s; t_1 là thời gian phanh trong quá trình nâng hạ, s; g là gia tốc trọng trường, m/s².

Đảm bảo điều kiện không bị quay trượt trong mặt phẳng ngang:

Để máy xúc lật có thể di chuyển thẳng về phía trước, không có xu hướng bị quay vòng trong mặt phẳng ngang khi làm việc do các lực lệch tâm khi nâng và dịch chuyển dải phân cách, lực tác dụng do gió thổi vuông góc với hướng di chuyển của máy, Hình 2. Đồng thời máy làm việc với độ dốc theo phương ngang là α theo hướng gây xoay, lúc này máy xúc lật có xu hướng quay xung quanh điểm O_2 .

Muốn hệ thống thiết bị ổn định chống xoay phải đảm bảo công thức sau [4]:

$$M_L \leq M_G \quad (2)$$

trong đó: M_L là moment gây mất ổn định khi quay vòng máy trong mặt phẳng ngang; M_G là moment chống lại việc quay máy theo phương ngang

Lấy moment với điểm O_2 ta xác định được moment gây xoay vòng khi làm việc như sau:

$$M_L = W \cdot A + W_3 \cdot L_2 \quad (3)$$

trong đó: W là lực cản của dải phân cách tác dụng lên cần; W_3 là lực gió tác dụng lên cần và dải phân cách làm việc theo hướng gây xoay vòng máy.

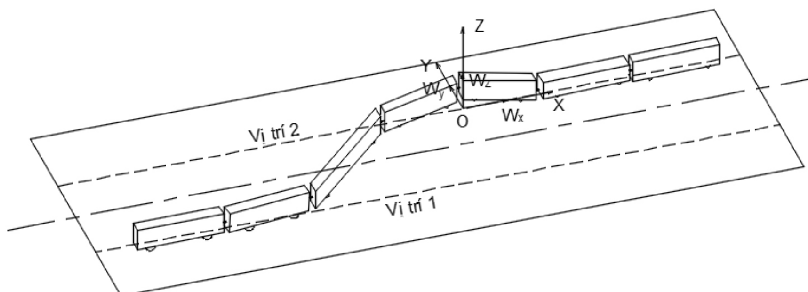
Theo [4], ta xác định được moment chống xoay khi làm việc của máy xúc lật.

$$M_G = \mu_p \frac{G_x \cdot \cos \alpha \cdot L}{4} \quad (4)$$

trong đó: μ_p là hệ số cản quay vòng của xích cao su và mặt đường.

2.3 Xác định các thông số ban đầu của hệ thống thiết bị dịch chuyển dải phân cách

Để xác định lực cản của hệ thống dải phân cách G_i khi dịch chuyển dải phân cách từ vị trí 1 sang vị trí 2 lên bộ phận công tác của máy, ta xây dựng mô hình hệ thống dải phân cách như Hình 3. Trong đó OXYZ là hệ tọa độ Đề các.



Hình 3. Sơ đồ xác định lực cản di chuyển do dải phân cách tác động lên bộ phận công tác của máy

Tổng lực cản tác dụng lên cần được xác định theo công thức:

$$W = W_z + W_x + W_y + \sum_j^{n_1} w_j, (N) \quad (5)$$

trong đó: $W_z = \sum_i^n G_d$ là lực cản do nâng các khối dải phân cách theo phương Z, N; W_x , W_y là lực cản theo phương X và phương Y do các khối dải phân cách tác động lên bộ phận công tác, N; $\sum_j^{n_1} w_j = n_1 G_d f$ là tổng lực cản ma sát do các khối dải phân cách còn lại khi di chuyển trên mặt đường tác động vào bộ phận công tác, N; G_d là trọng lượng của một đoạn dải phân cách, N; f là hệ số ma sát giữa bánh xe của dải phân cách và mặt đường; n là số lượng dải phân cách được nâng lên khỏi mặt đường; n_1 là số lượng dải phân cách dịch chuyển trên mặt đường.

Từ các công thức ở mục 2.2 và hình chung của máy, ta tiến hành chọn loại máy xúc lật BOBCAT T870 có các thông số như sau: Công suất 74 kW, trọng lượng 85000 N, trọng lượng nâng kể cả gầu 40000N. Và xác định một số thông số cơ bản ban đầu của bộ phận công tác và máy cơ sở như sau: $A=1.748\text{m}$; $b_1=1.057\text{m}$; $b=0.97\text{m}$; $a=1.6\text{m}$; $h=1.38\text{m}$; $h_1=1.21\text{m}$; $h_2=0.803\text{m}$; $h_3=1.15\text{m}$; $L=1.844\text{m}$; $L_1=0.615\text{m}$; $L_2=1.229\text{m}$; $b_2=1.744\text{m}$; $G_d=4000\text{N}$; $G_x=85000\text{N}$; $G_c=3224.2\text{N}$; $W_1=930\text{N}$; $W_2=11874\text{N}$; $v_h=0.1\text{m/s}$; $\mu_p=0.85$.

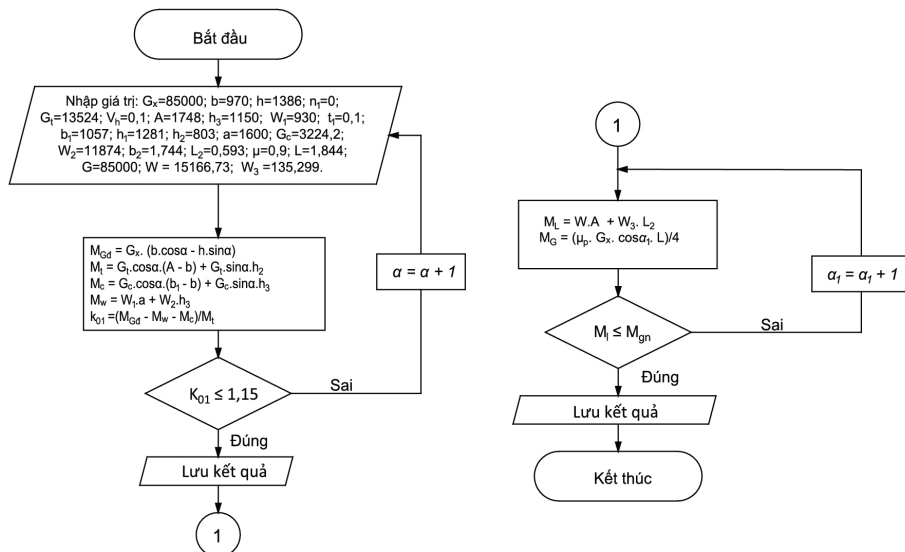


3. Khảo sát xác định điều kiện ổn định khi làm việc của hệ thống thiết bị

3.1 Sơ đồ khối khảo sát

Đầu tiên, nhập các thông số ban đầu để tính toán xác định các thành phần mô men giữ và mô men gây lật của hệ thống máy xúc lật và dải phân cách, kiểm tra hệ số ổn định khi nâng dải phân cách, xác định số lượng các đoạn dải phân cách phù hợp với độ nghiêng của bề mặt đường theo tiêu chuẩn Việt Nam.

Tiếp tục kiểm tra điều kiện làm việc chống xoay của máy xúc lật và dải phân cách khi di chuyển dải phân cách từ vị trí này sang vị trí khác. Trong trường hợp này ta dùng biến giả định α_1 thay cho biến α .

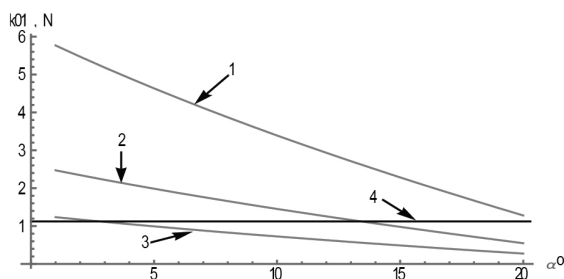


Hình 4. Sơ đồ khối khảo sát điều kiện làm việc của hệ thống thiết bị

3.2 Khảo sát điều kiện làm việc chống lật và chống xoay của máy xúc lật khi nâng và di chuyển dải phân cách

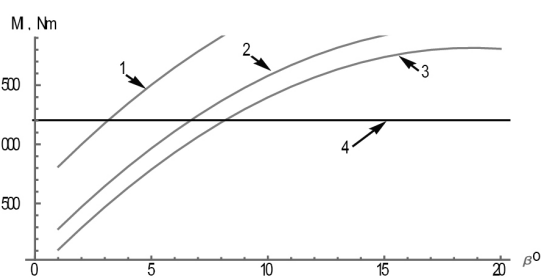
Khi máy làm việc, do bề mặt mặt đường có thể nghiêng theo thiết kế hoặc do các nguyên nhân khác làm ảnh hưởng đến quá trình làm việc của máy. Vì vậy, cần phải khảo sát xác định lựa chọn các thông số máy đảm bảo ổn định ở trong vùng làm việc cho phép, nhờ phần mềm mathematica 10.0 ta tiến hành khảo sát cho các trường hợp ổn định chống lật theo phương ngang và chống xoay theo phương đứng khi máy làm việc.

Nhận xét: Nhìn vào đồ thị Hình 5, ta thấy khi độ nghiêng α của mặt đường và khối lượng nâng dải phân cách càng lớn thì máy làm việc càng dễ mất ổn định. Để máy đảm bảo an toàn so với độ nghiêng tiêu chuẩn của mặt đường trong tất cả điều kiện làm việc [5] (độ dốc ngang mặt đường trung bình là 0.860 - 1.20 theo TCVN 4054-2005 Đường ô tô - Yêu cầu thiết kế).



Hình 5. Biểu đồ khảo sát tính ổn định của máy khi theo phương ngang

Đường 1. Tổng số lượng dải phân cách 18 khối;
Đường 2. Tổng số lượng dải phân cách 20 khối;
Đường 3. Tổng số lượng dải phân cách 22 khối;
Đường 4. Hệ số ổn định $k = 1.15$.



Hình 6. Biểu đồ khảo sát ổn định máy chống xoay theo phương đứng

Đường 1. Tổng số lượng dải phân cách 18 khối;
Đường 2. Tổng số lượng dải phân cách 20 khối;
Đường 3. Tổng số lượng dải phân cách 22 khối;
Đường 4. Moment giữ máy không lật = 35266.5 N.

Nhìn vào đồ thị Hình 6, ta thấy rằng khi tăng số lượng dải phân cách lên thì khả năng chống xoay giảm. Khi góc nghiêng α của mặt đường tăng lên thì cũng làm giảm khả năng chống xoay của máy. Theo thiết kế ta chọn số lượng các đoạn dải phân cách làm việc hợp lý theo góc nghiêng α của nền đường. Ta nên chọn số lượng dải phân cách là 18 đến 20 đoạn giải phân cách.



4. Thảo luận

Đối với loại dải phân cách đã trình bày ở trên có thể được sử dụng ở các đô thị lớn hoặc các đường quốc lộ, tại các điểm giao cắt đồng mức để tránh ùn tắc giao thông cục bộ vào các giờ cao điểm.

Trong bài báo này đã lựa chọn được loại máy xúc lật BOBCAT T870 để nâng từ 18 đến 20 đoạn dải phân cách, mỗi đoạn có chiều dài 4000mm và có trọng lượng 4000N đối với các loại đường có góc nghiêng α theo TCVN 4054-2005.

Tài liệu tham khảo

1. Papacostasa C.S. (2008), "Honolulu's zipper lane: a moveable barrier hove application", Issue Number: 606, *Transportation Research Board*, ISSN: 0361-1981.
2. Matthew Hausknecht, Tsz-Chiu Au, Peter Stone (2011), "Dynamic Lane Reversal in Traffic Management", in *Proceedings of the 14th IEEE ITS Conference (ITSC 2011)*, Washington DC, USA.
3. Nguyễn Văn Hùng (2006), *Máy xây dựng*, Nhà xuất bản khoa học và kỹ thuật.
4. Lưu Bá Thuận (2012), *Tính toán máy thi công đất*, Nhà xuất bản Xây dựng.
5. TCVN 4054 (2005), *Đường ô tô - yêu cầu thiết kế*, Tiêu chuẩn ngành giao thông vận tải.