

✓ XÁC ĐỊNH HỆ SỐ ĐỘ CỨNG DỌC CỦA KHUNG ĐẨY MÁY ỦI PHỤC VỤ BÀI TOÁN KHẢO SÁT ĐỘNG LỰC HỌC

DETERMINATION OF THE LONGITUDINAL STIFFNESS COEFFICIENT
OF BULLDOZER PUSHING FRAMES FOR DYNAMIC PROBLEMS

ThS. Nguyễn Thành Thu¹, GS, TS. Chu Văn Đạt², TS. Trần Quang Dũng²

¹Trường Sĩ quan Công binh

²Học viện Kỹ thuật Quân sự

TÓM TẮT

Xác định giá trị hệ số độ cứng của khung đẩy máy ủi là cần thiết vì đây là thông số đầu vào quan trọng của bài toán khảo sát động lực học máy ủi. Mặc dù vậy, trong các tài liệu chuyên ngành, chúng ta không thể tra cứu giá trị hay tìm ra công thức tính giá trị của hệ số độ cứng đó. Nguyên nhân chủ yếu nằm ở sự phức tạp trong đặc điểm hình học và kết cấu của khung đẩy. Bài báo đề xuất một giải pháp xác định giá trị hệ số độ cứng dọc của các khung đẩy máy ủi DZ271 thông qua mô phỏng quá trình làm việc của chúng trong phần mềm ANSYS.

Từ khóa: Máy ủi, khung đẩy, hệ số độ cứng, hệ số cản, động lực học.

ABSTRACT

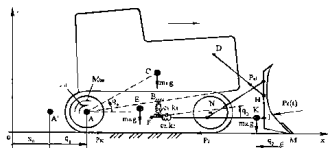
It is needed to determine an acceptable value of the stiffness coefficient of DZ271 bulldozer pushing frames for many problems concerning the dynamics of bulldozers. But we cannot find any values or formulas for the above stiffness coefficient in specialization materials. The reason belong to the complexity in geometry and structure of the pushing frames. This paper proposes a solution to determine the value of the longitudinal stiffness coefficient of DZ271 bulldozer pushing frames by simulating their work process in the ANSYS software.

Keywords: Bulldozer, pushing frame, stiffness coefficient, damping coefficient, dynamics.

1. GIỚI THIỆU

Trong quá trình đào và chuyển đất của máy ủi, đặc biệt là các máy ủi làm việc trong điều kiện rừng núi, việc va chạm phải các chướng ngại như gạch đá, bê tông, gốc cây... diễn ra thường xuyên. Điều này làm phát sinh các tải trọng động tác dụng lên các bộ phận máy mà hậu quả tất yếu là những sự cố hỏng hóc hoặc sự rút ngắn tuổi thọ của chúng. Vấn đề nêu trên đặt ra nhu cầu khảo sát động lực học các máy ủi hiện có nhằm để xuất các giải pháp giảm tải trọng động tác dụng lên các bộ phận của máy.

Mô hình động lực học của máy ủi DZ271, loại máy ủi được quan tâm khảo sát trong bài báo, được thể hiện trên hình 1.



Hình 1. Mô hình động lực học của máy ủi với các khung đẩy FK

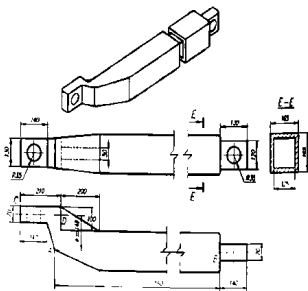
Trong mô hình này, hai khung đẩy FK (mỗi bên một chiếc) có dạng khuỷu, đầu khuỷu liên kết với khung gầm máy ủi bằng khớp bán lề F, đầu kia liên kết với lưỡi ủi bằng khớp bán lề K. Đầu khuỷu được thiết kế lệch tâm một khoảng e so với đường truyền của lực tác dụng, kết cấu đầu khuỷu nhỏ và thuôn dần để giảm ứng suất tập trung. Để tăng cường độ cứng vững, ở phía đầu khuỷu được hàn một gân hình lăng trụ tam giác. Kết cấu và kích thước của khung đẩy nằm bên phải của máy ủi DZ271 được biểu diễn trên hình 2.

Hai khung đẩy là các khâu truyền lực chủ yếu từ khối đất đá phía trước lưỡi ủi lên thân máy. Kết cấu như mô tả ở trên tạo cho các khung

đẩy một độ đàn hồi và một sức cản nào đó, có tác dụng làm giảm và dập tắt một phần va chạm truyền trực tiếp từ chướng ngại lên thân máy. Để kể đến tác dụng này kết hợp với tính đàn hồi vốn có của vật liệu, trong mô hình khảo sát động lực học máy ủi ở hình 1, chúng ta sử dụng cặp lò xo – Giảm chấn có hệ số độ cứng và hệ số cản tương ứng là k_2 và c_2 .

Do đặc điểm hình học và kết cấu của các khung đẩy tương đối phức tạp nên trong các tài liệu chuyên môn về sức bền vật liệu hay máy xây dựng, không có các công thức lập sẵn để xác định giá trị (gần đúng) của các đại lượng k_2 và c_2 thông qua các thông số hình học và vật liệu của khung đẩy. Trong khi đó, muốn khảo sát động lực học của máy ủi, chúng ta nhất định phải biết giá trị của hai thông số này.

Xuất phát từ yêu cầu trên, các tác giả bài báo để xuất một phương án khả thi để xác định giá trị gần đúng của k_2 thông qua việc mô phỏng quá trình làm việc của khung đẩy bằng phần mềm ANSYS. Còn giá trị của c_2 sẽ được xác định bằng thực nghiệm hoặc lấy theo kinh nghiệm và ở đây không đề cập đến.



Hình 2. Kết cấu và kích thước khung đẩy máy ủi DZ271

2. PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH HỆ SỐ ĐỘ CỨNG DỌC CỦA KHUNG ĐẨY

2.1. Trạng thái chịu lực của khung đẩy

Việc phân tích các trạng thái và quá trình làm việc của khung đẩy cho thấy trạng thái chịu lực của nó là phức tạp bao gồm cả kéo, nén và uốn. Tuy nhiên, trong quá trình làm việc, do liên kết với lưỡi ủi và thân máy, nên trạng thái chịu lực chủ yếu và đáng được quan tâm của khung đẩy là trạng thái chịu nén dọc trục của hai đoạn AB, CD và chịu uốn của đoạn khuỷu nối giữa hai đoạn thẳng này. Trong cả hai dạng làm việc đó (nén dọc trục và uốn), tính đàn hồi theo phương AB là đặc điểm mang tính chủ đạo. Điều này đặt ra nhu cầu tự nhiên là xác định hệ số độ cứng của khung đẩy theo phương AB.

2.2. Phương pháp xác định hệ số độ cứng dọc của khung đẩy

Để xác định hệ số độ cứng của khung đẩy theo phương AB (độ cứng dọc), chúng ta giả định ngàm chặt khung đẩy tại đầu khuỷu F và tác dụng lực P tại đầu K (nén đúng tâm đối với đoạn AB) như biểu diễn trên hình 3. Lưu ý rằng, đây là dạng đặt lực đúng với trạng thái làm việc trên thực tế của khung đẩy. Với mỗi giá trị P xác định, bằng cách mô phỏng trong phần mềm ANSYS, chúng ta sẽ nhận được chuyển vị x tại mặt cắt đi qua điểm K, rồi suy ra độ cứng dọc k_2 của khung dựa theo công thức quen biết:

$$k_2 = P/x \quad (1)$$



Hình 3. Sơ đồ đặt lực lên khung đẩy khi mô phỏng

Để kiểm tra mức độ ổn định của kết quả (thể hiện tính chất tuyến tính trong quan hệ giữa lực và chuyển vị), có thể thực hiện việc mô phỏng với nhiều giá trị khác nhau của P trong miền tải trọng làm việc dự kiến của máy ủi, sau đó xác định các giá trị tương ứng của chuyển vị x và so sánh các giá trị k_2 nhận được.

Để phục vụ cho mục đích đề xuất giải pháp làm giảm tải trọng động tác dụng lên các bộ phận máy ủi, có thể thay đổi giá trị của các thông số hình học và vật liệu và thực hiện quá trình mô phỏng đã được mô tả. Vì lý do công nghệ, ở đây các tác giả bài báo quan tâm đến việc thay đổi của hai thông số là mô-đun đàn hồi vật liệu E và độ lệch tâm e.

3. KẾT QUẢ MÔ PHỎNG VÀ BÀN LUẬN

3.1. Trường hợp thay đổi lực tác dụng

Trong trường hợp này, các kích thước hình học được giữ nguyên như đã được biểu diễn trên hình 2 và mô-đun đàn hồi của vật liệu $E = 2,1 \times 10^{11} \text{ Pa}$. Các kết quả mô phỏng được trình bày trong bảng 1.

Bảng 1. Độ cứng k_2 nhận được trong trường hợp thay đổi lực P và giữ nguyên các thông số còn lại

P [N]	x [mm]	k_2 [N/m]
80000	0,219200	364963991,8
90000	0,246600	364963987,4
100000	0,274000	364963983,9
110000	0,301400	364963981,1
120000	0,328800	364963978,7
130000	0,356200	364963976,7
140000	0,383599	364963997,4
150000	0,410999	364963973,4

Những kết quả ở bảng 1 cho thấy, giá trị độ cứng k_2 thu được gần như không có mấy sự

sai khác. Điều này cho thấy kết quả mô phỏng là tin cậy và chúng ta có thể lấy $k_2 = 365000 \text{ kN/m}$ làm giá trị đầu vào cho các tính toán động lực học. Kết quả mô phỏng cũng thể hiện rằng, dưới tác dụng của miễn giá trị tại trọng như khảo sát, khung dầm vẫn làm việc trong giới hạn đàn hồi và lấy ứng xử tuyến tính của lò xo k_2 là phù hợp.

3.2. Trường hợp thay đổi độ lệch tâm e

Trong trường hợp này, lực nén được giữ ở giá trị không đổi $P = 120 \text{ kN}$, mô-đun đàn hồi của vật liệu được lấy cố định ở giá trị $E = 2,1 \times 10^{11} \text{ Pa}$. Các kích thước hình học cũng được giữ nguyên như biểu diễn trên hình 2, ngoại trừ độ lệch tâm e được cho những giá trị khác nhau trong một miền dự kiến trước. Các kết quả mô phỏng được trình bày trong bảng 2.

Bảng 2. Xác định độ cứng k_2 trong trường hợp thay đổi độ lệch tâm e và giữ nguyên giá trị các thông số còn lại

e [mm]	x [mm]	k_2 [N/m]
148	0,328799	364963978,7
153	0,335062	358142988,1
158	0,342602	350260293,9
163	0,350840	342036708,5
168	0,360682	332702793,8

Nếu áp dụng phép khớp đường cong (như khớp đường cong thực nghiệm), chúng ta có thể xấp xỉ mối quan hệ $k_2 = k_2(e)$ theo một hàm số bậc ba với hệ số tương quan bằng 1:

$$k_2 = -32,41e^3 - 32,18e^2 + 80779e + 3 \times 10^8 \quad (2)$$

Quan hệ bậc ba được mô tả bởi (2) khá phù hợp với quan hệ lực - chuyển vị của dầm công-xôn chịu uốn dưới tác dụng của lực ngang tại đầu tự do.

3.3. Trường hợp thay đổi vật liệu

Sự thay đổi vật liệu được phản ánh qua việc thay đổi mô-đun đàn hồi E.

Trong trường hợp này, mô-đun đàn hồi E được lấy những giá trị khác nhau trong miền dự kiến $(1,8 + 2,3) \times 10^{11} \text{ Pa}$ (tương ứng với các vật liệu có sẵn) trong khi các kích thước hình học được giữ nguyên như biểu diễn trên hình 2, lực nén được giữ cố định ở giá trị $P = 120 \text{ kN}$.

Các kết quả mô phỏng được trình bày trong bảng 3.

Bảng 3. Xác định độ cứng k_2 khi thay đổi mô-đun đàn hồi E và giữ nguyên giá trị các thông số còn lại

Vật liệu	E [Pa]	x [mm]	k_2 [N/m]
55Si2	$1,8 \times 10^{11}$	0,383599	312826283,5
60Si2	$1,9 \times 10^{11}$	0,363410	330205510,2
60SiMn	$2,1 \times 10^{11}$	0,328800	364963978,7
60Si2Cr	$2,2 \times 10^{11}$	0,313854	382343219,7
60Si2Ni	$2,3 \times 10^{11}$	0,300208	399722477,5

Mối quan hệ $k_2 = k_2(E)$ dựa theo số liệu bảng 3 nếu biểu diễn lên đồ thị sẽ có dạng gần như đường thẳng. Điều này hoàn toàn phù hợp với những kết quả đã được trình bày trong các giáo trình sức bền vật liệu.

4. KẾT LUẬN

Bài báo đã đề xuất ý tưởng và phương pháp để xác định hệ số độ cứng dọc k_2 của các khung dầm máy ủi DZ271 dựa trên mối quan hệ giữa lực và chuyển vị của điểm đặt lực, trong đó giá trị của lực được lấy một cách tùy ý trong tư cách thông số đầu vào, còn chuyển vị thì có thể xác định được trong tư cách thông số đầu ra nhờ mô phỏng bằng phần mềm ANSYS. Việc xác định hệ số độ cứng dọc với nhiều giá trị khác nhau của lực nén khẳng định độ tin cậy của

phương pháp và sự phù hợp trong ứng xử tuyến tính của lò xo k_2 . Bài báo cũng đưa ra kết quả khảo sát sự thay đổi của độ cứng dọc k_2 theo độ lệch tâm e của khung đẩy và mô-đun đàn hồi E của vật liệu. Những kết quả thu được cho phép giải các bài toán động lực học máy úi và những bài toán khác có liên quan. ❖

Ngày nhận bài: 17/3/2016

Ngày phản biện: 17/4/2016

Tài liệu tham khảo:

- [1]. Vũ Công Hàm, Trần Quang Dũng (2007); *Dao động cơ học*, Học viện Kỹ thuật Quân sự, Hà Nội.
- [2]. Nguyễn Văn Khang (2004); *Dao động kỹ thuật*, NXB. Khoa học & Kỹ thuật, Hà Nội.
- [3]. Vũ Thế Lộc, Vũ Thanh Bình (1997); *Máy làm đất*, NXB. Giao thông Vận tải, Hà Nội.
- [4]. Hoàng Xuân Lương, Trần Minh (2003); *Sức bền vật liệu* Học viện Kỹ thuật Quân sự, Hà Nội.
- [5]. Филиппов А.П. (1970), *Колебания деформируемых систем*, М.: Машиностроение.