

PHƯƠNG PHÁP TÍNH TOÁN BỘ GIẢM CHẤN THỦY KHÍ CALCULATION METHOD FOR HYDROPNEUMATIC DAMPERS

ThS. BÙI THỨC ĐỨC

Khoa Cơ Khí, Trường ĐHHH Việt Nam

Tóm tắt

Bài báo trình bày phương pháp tính toán bộ giảm chấn thủy khí. Phân tích tính năng vượt trội so với bộ giảm chấn cơ khí, cũng như phạm vi ứng dụng rộng rãi trong công nghiệp chế tạo máy.

Abstract

This article presents a method of calculating hydropneumatic dampers. Analysis superior features compared with dampers, as well as wide range of application in machine manufacturing industry.

1. Đặt vấn đề

Bình tích năng thủy khí từ lâu được sử dụng như bộ giảm chấn, giảm va đập trong hệ thống truyền động thủy lực. Những năm gần đây bình tích năng thủy khí được sử dụng giống như lò xo thủy khí hấp thụ các tải va đập trong bộ giảm sóc cho các thiết bị di chuyển trên đường như: ô tô, cần trục, máy nâng tự hành, các máy móc nông nghiệp. Ngoài ra còn được ứng dụng trong máy cán vật liệu, máy nghiền đá, búa thủy lực, bàn lắc, máy cắt tôn, ...

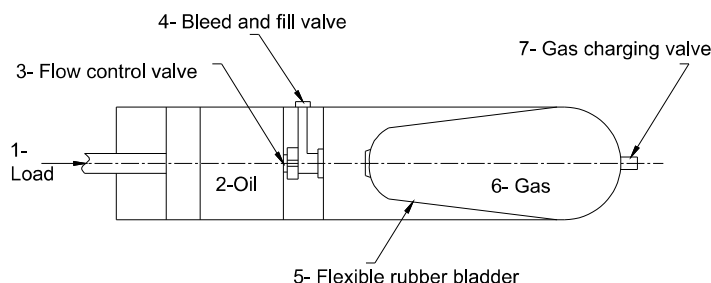
Trong trường hợp hệ có tải trọng lớn, lò xo thủy khí có nhiều lợi thế hơn lò xo kim loại. Với các ưu điểm sau: Nhỏ gọn, và nhẹ hơn, không bị ảnh hưởng về độ bền mỏi như lò xo kim loại, tuổi thọ cao hơn nhiều lần, và có ưu điểm rất lớn là điều khiển được tốc độ của tải bằng tiết lưu, van một chiều và van điều chỉnh lưu lượng giữa thiết bị thực hiện và bình tích năng.

Xu hướng thiết kế chế tạo các máy nâng vận chuyển là: Nâng cao năng suất (tăng sức nâng và vận tốc), tăng độ bền, tuổi thọ, kết cấu gọn nhẹ, tự động hoá cao, thân thiện với con người và môi trường,... với máy móc và thiết bị nâng chuyển này, lực va đập từ các bộ phận chuyển động có thể vượt quá giới hạn bền, cứng, và ổn định của vật liệu cũng như kết cấu của mối ghép chịu va đập, nghiêm trọng hơn ảnh hưởng đến toàn bộ kết cấu của máy dẫn đến hỏng hóc và sự cố. Sử dụng lò xo thủy khí sẽ dễ dàng tự động điều khiển vị trí, cũng như tần số dao động so với lò xo cơ khí.

Trong tính toán thiết kế các hệ thống thiết bị máy móc hiện tại, các giáo trình chưa đi tính toán cụ thể các bộ giảm chấn kiểu bình tích năng. Qua tham khảo các tài liệu, cũng như tìm hiểu thực tiễn tác giả đưa ra trình tự tính toán thiết kế các thông số cơ bản của bộ giảm chấn thủy khí, các phân tích chi tiết để lựa chọn các thông số phù hợp với mục đích công nghệ và đưa lại hiệu quả kinh tế. Phạm vi bài báo chỉ đưa ra cơ sở dữ liệu cho bài toán tiếp theo như tính độ bền, độ cứng, nhiệt và dao động...

2. Nội dung tính toán

- Bố trí chung



Hình 1. Sơ đồ bố trí hệ thống giảm chấn

- 1- Tải;
- 2- Dầu thủy lực;
- 3- Van chỉnh lưu lượng;
- 4- Van cấp và xả;
- 5- Bóng cao su;
- 6- Khí nạp trước;
- 7- Van nạp khí

Hình 1 mô tả bình tích năng với chức năng là khâu khép kín của hệ thống giảm chấn tạo bằng xilanh tác dụng đơn hoặc mô tơ thủy lực và một bình tích năng thủy khí (nếu hệ thống này lắp trên ô tô hoặc máy nâng tự hành thì đầu cán piston liên kết với chassis, phần xy lanh được gắn với trục xe). Tải truyền động lên piston, và truyền lực qua dầu thủy lực, nén khí chứa trong bóng

cao su có tính đàn hồi. Tải được loại bỏ một phần hoặc hoàn toàn, sau đó áp suất khí giãn ra đưa piston trở lại vị trí ban đầu, nếu tải tiếp tục tác động, thiết lập một chu kỳ mới.

Van điều khiển lưu lượng giới hạn tốc độ nén và hành trình trở về của piston theo tùy chỉnh của thiết kế, van điều khiển lưu lượng thường có hiệu chỉnh. Hiệu chỉnh lưu lượng bằng cách thay đổi tiết diện van. Vận tốc nén có thể là cao, vận tốc trở về có thể là thấp, hoặc ngược lại do điều chỉnh.

Trong phạm vi giới hạn của áp suất, vận tốc và hành trình của piston theo yêu cầu của bài toán thiết kế có thể thay đổi áp suất nạp trước vào bóng bóng, nếu áp suất này cao, thì hành trình, tốc độ nén giảm, tốc độ trở lại cao hơn.

- Xác định động năng cần hấp thụ

Năng lượng động năng được hấp thụ của bộ giảm chấn:

$$E_k = 12WV^2/2g \quad (1)$$

Trong đó: E_k - Năng lượng động năng bộ giảm chấn cần hấp thụ, in-lb; W- Tải tác dụng, lb; V- Vận tốc của tải (vận tốc piston), ft/s; g- Gia tốc trọng trường, $g=32,2\text{ft/s}^2$.

- Xác định áp suất khí trong bình tích năng

Để xác định áp suất khí nạp vào bóng cao su, đầu tiên chúng ta phải giả định kích cỡ của bóng và dây áp suất cần nạp. Sau đó chúng ta phải kiểm tra áp suất phát triển và hành trình của piston. Nếu chúng nằm trong giới hạn phạm vi cho phép, giả định của chúng ta là đúng, kết quả sẽ được áp dụng. Nếu vượt quá giá trị giới hạn của áp suất trong bóng cao su, và giới hạn hành trình của piston ta phải giả định và kiểm tra lại giá trị cho đến khi đạt được theo yêu cầu của bài toán thiết kế.

Áp suất cuối quá trình nén p_2 được xác định:

$$p_2^{(n-1)/n} = p_1^{(n-1)/n} \{ [E_k(n-1)/(p_1 v_1)] + 1 \} \quad (2)$$

Trong đó: P_1 - Áp suất nạp trước trong bóng cao su của bình tích năng, lb/in² (kPa); n - Chỉ số nén đa biến, thông thường khí nạp trước sử dụng nitơ, ta có $n=1,4$; v_1 - Thể tích của bóng cao su khi chưa bị nén.

- Xác định thể tích của bình tích năng

Sử dụng công thức:

$$v_2 = v_1(p_2/p_1)^{1/n} \quad (3)$$

Trong đó: v_2 - Thể tích của bóng cao su cuối quá trình nén; v_1 - Thể tích ban đầu của bóng cao su sau khi nạp khí nitơ.

- Xác định hành trình của piston dưới tác dụng của tải

Áp dụng quan hệ:

$$L\pi D^2/4 = v_1 - v_2; \text{Biến đổi: } L = (v_1 - v_2)4 / \pi D^2 \quad (4)$$

Trong đó: L - Hành trình của piston; D - Đường kính piston.

3. Ví dụ áp dụng

Thiết kế bộ giảm chấn thủy khí để hấp thụ các va chạm cơ khí được tạo thành bởi lực $W=300\text{lb}$ (136,4 kg) với vận tốc của tải $V=20\text{ft/s}$ (6,1m/s) khoảng dừng chuyển động được giới hạn $L=4\text{in}$ (10,2cm).

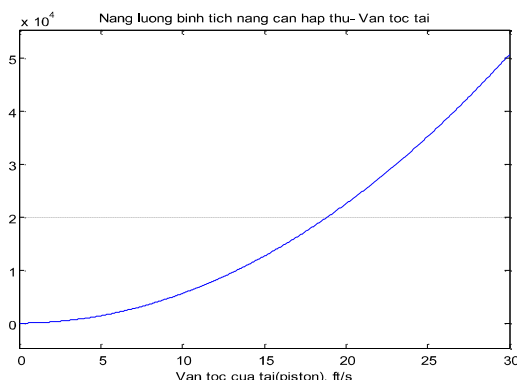
Sử dụng phần mềm Matlab tính toán xây dựng các đồ thị hình 2,3,4.

- Phân tích kết quả trên đồ thị:

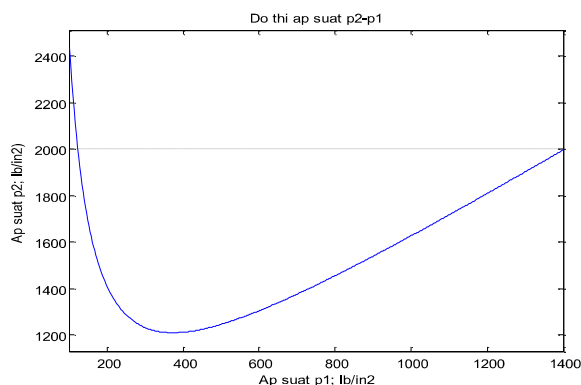
- Khi tải và vận tốc lớn, năng lượng hấp thụ của bình tích năng là lớn. Đồ thị h_2 cho tải $W=300\text{lb}$ (136,4 kg) không đổi, năng lượng E_k tỷ lệ với bình phương vận tốc của tải.

- Khi chọn thể tích ban đầu của bóng cao su $v_1=60\text{in}^3$; thì p_2 tỷ lệ thuận với p_1 , khi chọn p_1 bằng hoặc lớn hơn 400lb/in^2 ; nếu p_1 nhỏ hơn áp suất này thì p_2 tỷ lệ nghịch với p_1 (h3). Thể tích v_2 tỷ lệ thuận với tỷ số p_2/p_1 (h4). Muốn hành trình dịch chuyển nhỏ thì v_2 phải lớn. Do đó phải chọn p_2/p_1 lớn, nghĩa là ở đồ thị h_2 ta phải chọn áp suất p_1 lớn hơn 400lb/in^2 , ở đây ta chọn $p_1=1000\text{lb/in}^2$, và có $p_2=1626\text{lb/in}^2$, tỷ số p_2/p_1 xấp xỉ 1,6 lần.

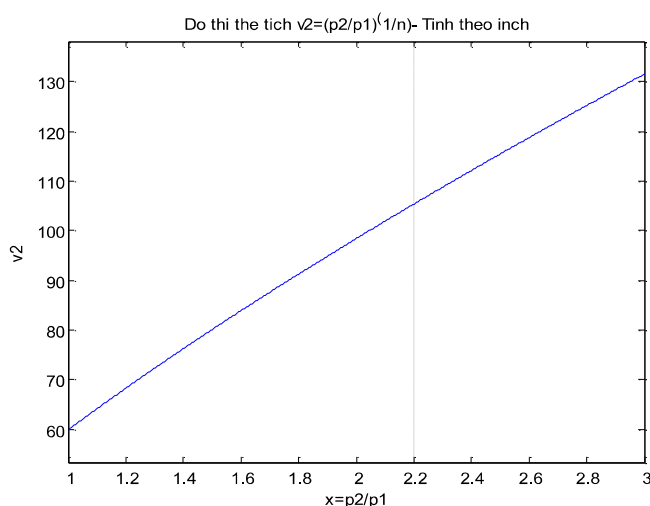
- Phương pháp tính toán phải đặt giả định cho một số thông số đầu vào, sau đó tính toán lại, nếu giả định ban đầu không đúng, phải hiệu chỉnh để cho kết quả phù hợp với yêu cầu thiết kế.



Hình 2. Đồ thị $E_k - V$



Hình 3. Đồ thị áp suất $p_2(p_1)$ khi $E_k=const$



Hình 4. Đồ thị thể tích v_2 tính theo (p_2/p_1)

4. Kết luận

- Bình tích năng thủy khí từ lâu được sử dụng như bộ giảm va đập trong hệ thống thủy lực. Các ứng dụng hiện nay của bình tích năng thủy khí được sử dụng như lò xo hấp thụ các tải va đập, hoặc làm bộ giảm xóc cho các thiết bị di chuyển trên đường như: ô tô, cần trục, máy nâng tự hành, các máy móc nông nghiệp. Ngoài ra còn được ứng dụng trong máy cán vật liệu, máy nghiền đá, búa thủy lực, bàn lắc, máy cắt tôn thủy lực,...

- Trong trường hợp hệ có tải trọng lớn, lò xo thủy lực có nhiều lợi thế hơn lò xo kim loại. Với các ưu điểm sau: Nhỏ gọn, và nhẹ hơn, giảm giá thành, đưa lại hiệu quả kinh tế; Không bị ảnh hưởng về độ bền mỏi như lò xo kim loại, tuổi thọ cao hơn nhiều lần; Cuối cùng có ưu điểm rất lớn là điều khiển được tốc độ của tải bằng tiết lưu, van một chiều và van điều chỉnh lưu lượng giữa thiết bị thực hiện và bình tích năng. Sự điều chỉnh này làm hệ thống di chuyển của các loại xe cân bằng, khống chế được tần số và biên độ dao động theo mong muốn.

Với các ưu điểm phân tích trên, xu hướng sử dụng lò xo thủy khí trong chế tạo ô tô và các ngành công nghiệp ngày càng rộng rãi.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. P.I ORLOP (2004) *Mechanical Engineering Handbook*, Mir Publishers-Moscow
- [2]. Mark Jakiela (2000), *Engineering Design*, Magazine of Massachusetts Institute of Technology

- [3]. Richard L. Lehman(2000, *Materials*, Magazine of Rutgen University
 [4] Mark Jakiela (2000), *Engineering Design*, Magazine of Massachusetts Institute of Technology
 [5]. А.И. Дукельский (1988), *Справочник по кранам*, Машиностроение - Ленинград
 [6] Tyler G.Hicks (1997) *Handbook of Mechanical Engineering Calculations*, McGraw- Hill

Phản biện: TS. Vũ Văn Duy; TS. Lê Anh Tuấn

ĐÁNH GIÁ SỰ MÀI MÒN XÉC MĂNG TRONG QUÁ TRÌNH HOẠT ĐỘNG CỦA ĐỘNG CƠ DIESEL TÀU THỦY CỠ LỚN OPERATIONAL EVALUATION OF PISTON RING WEAR IN LARGE MARINE DIESEL ENGINES

TS. TRƯƠNG VĂN ĐẠO
Khoa Máy tàu biển, Trường ĐHHH

Tóm tắt

Bài báo giới thiệu về việc đánh giá mài mòn xéc măng của động cơ diesel tàu thủy cỡ lớn bằng kiểm tra thông qua cửa quét trên sơ mi xy lanh. Bài báo mô tả các phương pháp kiểm tra xéc măng dựa trên đánh giá bằng mắt thường, đo các khe hở của xéc măng trong rãnh xéc măng. Từ kết quả đo đạc các khe hở của xéc măng, cho phép đánh giá độ mài mòn của xéc măng và tính toán số giờ làm việc của nó được xem như một thông số để tham khảo trong lần kiểm tra tiếp theo và đánh giá được chiều hướng mài mòn.

Abstract

This article presents operational evaluation of piston ring wear in large marine diesel engines based on inspection through cylinder liner scavenge ports. It contains a description of verification methods of piston rings based on visual inspections, clearance measurement of piston rings in piston grooves and piston rings gap measurement. Moreover, it is indicated that piston ring gap measurements can lead to an evaluation of piston ring wear and running hour calculation can be treated as a reference parameter for the next inspections and a parameter assessment for wear trends.

1. Giới thiệu

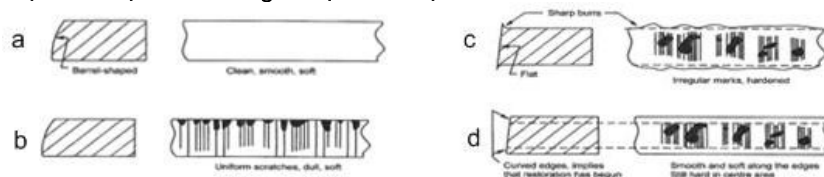
Sự khủng hoảng kinh tế toàn cầu và sự tăng giá không ngừng của nhiên liệu đã buộc các chủ tàu tìm cách giảm chi phí khai thác. Điều đó có thể đạt được bằng cách giảm tốc độ tàu xuống tốc độ kinh tế. Tuy nhiên, việc giảm tốc độ tàu cũng đồng thời giảm tải của động cơ dẫn đến sự hoạt động bất lợi cho động cơ như: Làm tăng sự mài mòn của sơ mi xy lanh và xéc măng. Do tác động của nhiều yếu tố, trong phạm vi bài báo tác giả giới hạn vấn đề này là hoạt động đánh giá mài mòn và tình trạng kỹ thuật của xéc măng động cơ diesel chính tàu thủy cỡ lớn có công suất trung bình 6000 kW trên một xy lanh. Đánh giá sự mài mòn xéc măng theo phương pháp truyền thống chỉ thực hiện khi rút piston động cơ. Việc đánh giá sự mài mòn hiện tại trong quá trình chạy tàu (không rút piston) giúp cho người khai thác đưa ra chu kỳ bảo dưỡng sửa chữa phù hợp. Điều này sẽ mang lại hiệu quả kinh tế trong việc khai thác tàu.

2. Các phương pháp hiệu quả đánh giá mài mòn xéc măng trong khai thác

a. Đánh giá bằng quan sát sự mài mòn và tình trạng của xéc măng qua cửa quét trên sơ mi xy lanh của động cơ

Bước đầu tiên trong việc đánh giá mài mòn và tình trạng của xéc măng bằng việc kiểm tra bằng mắt thông qua cửa quét thì các vấn đề sẽ được đánh giá như sau:

Lượng dầu các bon ở phần đỉnh piston và phần dẫn hướng. Độ đàn hồi của xéc măng (nếu không bị gãy) và sự tiếp xúc tốt với sơ mi xy lanh (nếu không bị cháy thổi). Sự linh động của xéc măng trong rãnh xéc măng khi piston đi từ điểm chết trên (ĐCT) đến điểm chết dưới (ĐCD). Tình trạng của các bề mặt làm việc xéc măng được thể hiện trên hình 1.



Hình 1. Kiểm tra tình trạng bề mặt xéc măng thông qua cửa quét