

ÁP DỤNG BỘ HẤP THỤ NĂNG LƯỢNG CHO VÌ CHỐNG DÙNG TRONG MỎ THAN HẦM LÒ NHẪM NÂNG CAO AN TOÀN TRONG KHÍ SỬ DỤNG

Phạm Trung Hải, Xu Ping, Yu Yinghua, Shen Jiaying
Trường Đại học Kỹ thuật Liêu Ninh - Trung Quốc

TÓM TẮT

Nổ đá là một trong những tai nạn nghiêm trọng nhất trong khai thác than hầm lò. Nó gây ra những thiệt hại vô cùng lớn. Khi một vụ nổ đá xảy ra, một lượng năng lượng khổng lồ được giải phóng và tác động vào đường lò, khiến tải trọng lên các vì chống tăng lên nhanh chóng. Khi tải trọng này vượt quá giá trị tải trọng tới hạn của vì chống, vì chống sẽ bị biến dạng và gãy, gây ra những hư hỏng nghiêm trọng cho thiết bị và con người. Một trong những hướng nghiên cứu hiện nay trên thế giới là trang bị thêm bộ hấp thụ năng lượng cho các vì chống. Bài báo này trình bày nguyên lý hoạt động cũng như tình hình nghiên cứu của thiết bị hấp thụ năng lượng áp dụng cho vì chống thủy lực sử dụng trong các mỏ than hầm lò nhằm nâng cao tính an toàn trong khí sử dụng.

Từ khóa: nổ đá, bộ hấp thụ năng lượng, vì chống, mỏ hầm lò.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Nổ đá là một trong những tai nạn nghiêm trọng nhất trong khai thác than hầm lò. Thiệt hại của nó gây ra là vô cùng to lớn. Khi nổ đá xảy ra, một năng lượng cực lớn sẽ được giải phóng và tác động vào các đường lò khiến cho tải trọng tác động lên các thiết bị chống giữ tăng lên một cách nhanh chóng. Khi tải trọng này vượt quá giá trị tải trọng tới hạn của thiết bị chống giữ, các cột chống sẽ bị biến dạng, gãy đổ, khiến cho thiết bị mất hoàn toàn khả năng chống giữ và nhanh chóng sụp đổ gây thiệt hại nghiêm trọng về thiết bị và người. Một trong các hướng nghiên cứu hiện nay trên thế giới là trang bị bổ xung bộ hấp thụ năng lượng cho thiết bị chống giữ. Bài báo trình bày tình hình nghiên cứu bộ hấp thụ năng lượng, áp dụng cho vì chống thủy lực dùng trong mỏ than hầm lò nhằm nâng cao tính an toàn trong sử dụng.

2. TÌNH HÌNH NGHIÊN CỨU

2.1. Tác động của nổ đá lên thiết bị chống giữ

Nổ đá (còn gọi là “cú đấm mỏ” [1]), khi xảy ra, một năng lượng cực lớn sẽ được giải phóng và tác động vào các đường lò khiến cho tải trọng tác động lên các thiết bị chống giữ tăng lên một cách nhanh chóng. Với sự phát triển của công nghiệp khai thác than hầm lò, các lò khai thác than xuống sâu hơn, dẫn đến nguy cơ xảy ra nổ đá ngày một tăng, đồng

thời mức độ thiệt hại khi xảy ra cũng sẽ lớn hơn. Với tình hình đó, nhiều nghiên cứu đã được tiến hành nhằm đưa ra những giải pháp để tăng mức độ an toàn, đối phó với những tình huống xảy ra nổ đá. Một trong những nghiên cứu đó là làm cho các thiết bị chống đỡ có khả năng hấp thụ năng lượng, chống va đập bằng cách trang bị bổ xung bộ hấp thụ năng lượng (HTNL) - còn gọi là bộ giảm chấn. Đối với các loại vì chống cứng có độ biến dạng đàn hồi rất nhỏ, khi xảy ra sự cố, tải trọng tác động lên sẽ rất lớn, cho nên các vì chống này thường bị tổn hại nặng nề và nhanh chóng mất khả năng chống giữ, gây thiệt hại nghiêm trọng cho đường lò. Đối với các vì chống thủy lực, các cột chống thủy lực có trang bị van an toàn, có khả năng xả bớt dịch khi chịu tải trọng vượt quá tải trọng cho phép. Tuy nhiên, khi xảy ra sự cố, do tải trọng tác động lên vì chống đạt tới giá trị cực đại trong một khoảng thời gian vô cùng ngắn, van an toàn không đủ thời gian để xả bớt dịch, cho nên về cơ bản, tác động lên vì chống thủy lực không khác là bao so với tác động lên vì chống cứng. Khi các cột chống thủy lực được trang bị thêm bộ HTNL, nếu sự cố xảy ra, nó sẽ hấp thụ bớt năng lượng bằng cách biến dạng dẻo. Đồng thời, quá trình biến dạng kéo dài thêm thời gian đủ để van an toàn kịp thời xả bớt áp lực. Vì vậy, hệ thống thủy lực cũng phát huy được



H.1. Một số hình ảnh hư hỏng thiết bị chống giữ khi xảy ra nổ đá

tác dụng giảm chấn, giảm thiểu được khả năng hư hỏng thiết bị chống giữ, đảm bảo khả năng chống giữ, đường lò được đảm bảo an toàn, không bị phá hủy, qua đó duy trì được khả năng chống giữ cho các thiết bị, tăng tính an toàn, giảm bớt thiệt hại về người và thiết bị [5]. Dưới đây là một số kết quả thực tế áp dụng bộ HTNL cho thiết bị chống giữ mỏ than hầm lò ở Trung Quốc.

Trên Hình H.1 thể hiện một số hình ảnh hư hỏng thiết bị chống giữ khi nổ đá xảy ra.

Ngày 22/12/2015 lúc 10h42 tại lò vận tải 13230 của mỏ Gengcun của Yima xảy ra nổ đá cấp $M_L 2,7$ (2,7 độ Richter) làm 2 người chết, đường lò bị dịch chuyển từ 1-3 m, hư hỏng 160m đường lò, 35 giàn chống thủy lực bị tổn hại trong đó có 7 cột chống bị gãy, 11 cột chống bị cong. Trên hình H.2.a là hình ảnh đường lò sau sự cố này [6]. Sau sự cố, đường lò 13230 được khai thông và triển khai áp dụng giàn chống thủy lực chống va đập (có bộ HTNL). Đến năm 2016, tại đường lò này đã lắp đặt hoàn

chỉnh các giàn chống loại này và đã trải qua hai sự cố nổ đá nữa.

Ngày 18/12/2016 có nổ đá cấp $M_L 2,09$, từ các giá trị được các thiết bị giám sát ghi lại cho thấy, tại thời điểm nổ đá, tải trọng tác động lên các cột chống của nhiều giàn chống vượt quá áp suất mở van an toàn và đạt đến tải trọng làm việc của bộ HTNL. Sau sự cố người ta đo được ở một số giàn, bộ HTNL bị nén xuống 8mm ở cột chống giữa và 5mm ở cột chống 2 bên.

Ngày 10/6/2017 lúc 14h37 lại phát sinh nổ đá cấp $M_L 3,0$ nhưng không có thương vong nào xảy ra, đường lò bị biến dạng 0,16m, hệ chiều chống lò được đảm bảo theo yêu cầu (Hình H.2.b)

Qua các số liệu và hình ảnh trên có thể thấy, việc ứng dụng bộ HTNL cho thiết bị chống giữ lò thực sự mang lại hiệu quả. Ngoài việc giảm thiểu các tổn thất kinh tế, nó còn mang ý nghĩa nhân văn khi mang đến một môi trường làm việc an toàn hơn cho người lao động ngành than.



a)



b)

H.2. Trạng thái hư hỏng giàn chống sau khi xảy ra nổ đá

a. Không sử dụng bộ hấp thụ năng lượng (Nổ đá cấp $M_L 2,7$ ngày 22/12/2015). b. Có sử dụng bộ hấp thụ năng lượng (Nổ đá cấp $M_L 3,0$ ngày 10/06/2017).

2.2. Tình hình nghiên cứu bộ hấp thụ năng lượng

Các phần tử HTNL dùng cho bộ HTNL được nghiên cứu từ những năm 60 của thế kỷ trước. Các nhà khoa học Pugsley AG. và Macaulay M. trong quá trình nghiên cứu sự va chạm của 2 toa xe đường sắt đã có những nghiên cứu đầu tiên về phần tử HTNL thành mỏng [2]. Nghiên cứu chỉ ra rằng, khi các ống thành mỏng chịu lực nén dọc trục thì thành của ống sẽ bị gập xen kẽ vào trong và ra ngoài tạo thành biến dạng dạng đèn xếp cánh hình thoi xung quanh ống.

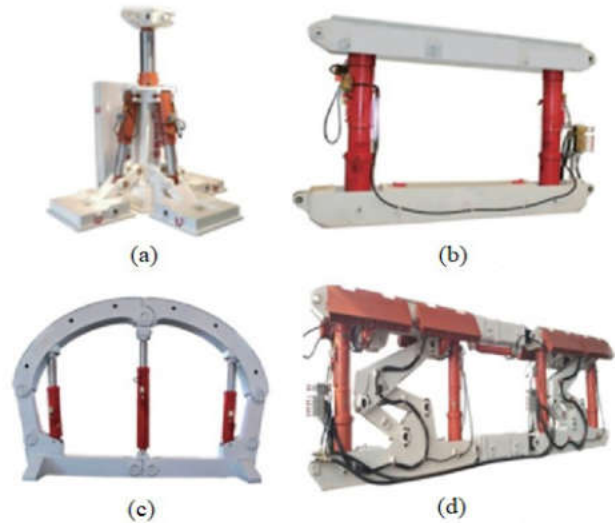
Sau đó có thêm nhiều nghiên cứu về sự HTNL của ống thành mỏng được tiến hành, tiêu biểu là những nghiên cứu của Alexander JM, K.R.F Andrews, Wang Ren, ...[3],[4],[7]. Các nghiên cứu đã cung cấp một kiến thức cơ sở về quá trình biến dạng, các chế độ biến dạng ứng với từng trường hợp đặt lực, sự HTNL của các phần tử ống mỏng.

Với sự phát triển của khoa học công nghệ, các vật liệu mới có khả năng HTNL cũng được nghiên cứu ứng dụng vào chế tạo các bộ HTNL như: vật liệu composite, vật liệu kim loại xốp...

Năm 2000, Song Hongwei và các cộng sự đã nghiên cứu và phân tích quá trình biến dạng của ống composite dưới tải động của tác động dọc trục [8]. Khi xảy ra biến dạng, về cơ bản tốc độ biến dạng sẽ giảm dần, và quy luật thay đổi của vận tốc, chuyển vị và độ nén trung bình có thể dự đoán trước. Trong một số trường hợp, thời gian tác động của ống composite phụ thuộc vào cường độ nén tĩnh. Ống composite thường có bốn chế độ biến dạng khi va đập, người ta phân tích đặc tính HTNL của các chế độ biến dạng khác nhau, và thấy rằng hiệu suất HTNL của ống composite phụ thuộc vào vận tốc va đập, đặc tính vật liệu, thông số hình học của ống.

Ruitong Liu và những người khác đã tiến hành nghiên cứu khả năng HTNL của các phần tử HTNL composite dưới tải trọng dọc trục, họ đã nghiên cứu vật liệu composite có nhiều cấu trúc khác nhau như vỏ hình trụ, hình nón, dầm sóng và hình hộp chữ nhật. Các nghiên cứu lý thuyết về trạng thái biến dạng và cơ chế HTNL của các phần tử khi đặt dưới tải trọng nén dọc trục và tải trọng uốn ngang đã được tiến hành. Đồng thời một số lượng lớn các thực nghiệm đã chỉ ra rằng thiết kế hợp lý các thành phần vật liệu composite có thể làm cho tải trọng phân bố đều hơn và khả năng HTNL tốt hơn [9].

Các phần tử HTNL vốn lúc đầu chủ yếu được nghiên cứu áp dụng trong ngành đường sắt và công nghiệp ô tô, mãi đến thập kỷ gần đây mới được nghiên cứu áp dụng vào công nghiệp khai thác than. Theo thống kê của Trung Quốc thì 87% tai nạn về nổ đá xảy ra trên các đường lò chuẩn bị [6], cho nên bộ HTNL chủ yếu được nghiên cứu áp dụng cho các thiết bị chống giữ lò chuẩn bị (Hình H.3), các thiết bị chống giữ lò chợ hiếm khi lắp đặt thiết bị này.



H.3. Một số thiết bị chống giữ lò chuẩn bị sử dụng bộ hấp thụ năng lượng

- a) Cột chống đơn; b) Giá đỡ 2 cột;
c) Vỉ chống dạng vòm 3 cột; d) Giá đỡ tự hành

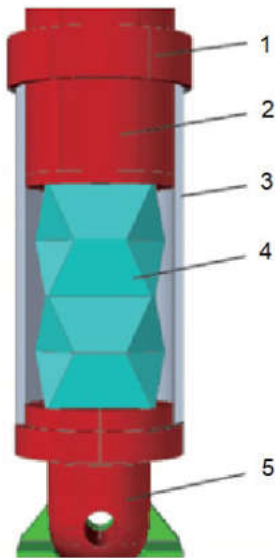
Cho tới nay đã có nhiều thiết kế được nghiên cứu, kiểm nghiệm và đưa vào sử dụng trong thực tiễn. Các nghiên cứu này chủ yếu được thực hiện tại ngành than Trung Quốc. Năm 2017, Han Chong đưa ra thiết kế bộ HTNL dạng ống mỏng có gân liên kết bên trong cho giàn chống ZHD6000 [5]. Nhóm tác giả đưa ra 3 mẫu thiết kế: ống gân dạng chữ I, Y và chữ thập, sau đó tiến hành phân tích mô phỏng bằng phần mềm đồng thời tiến hành thực nghiệm với nhiều độ dày gân khác nhau để so sánh hiệu quả giữa 3 thiết kế. Năm 2016 nhóm của Tang Zhi đã tiến hành nghiên cứu khả năng HTNL của kết cấu lục giác thành mỏng khi chịu tác động của tải hướng tâm [10]. Năm 2020 Liu Huan đưa ra kết cấu ống lượn sóng uốn lật cho bộ HTNL [11]. Ở trạng thái tĩnh, các sóng lượn trên thành ống giúp cho thân ống cứng hơn, chịu được tải lớn hơn. Khi

chịu tải dọc trục, nhờ một bộ khuôn dẫn hướng, thành ống sẽ bị biến dạng uốn cong lật ra ngoài. Lúc này các sóng lượn trên thân sẽ giãn phẳng ra, nhờ đó ống không bị rách. Năm 2017, He Xinghua đưa ra đề xuất thiết kế bộ HTNL sử dụng nguyên lý cắt gọt kim loại [12]. Nguyên lý làm việc của kết cấu giống như quá trình chuốt một ống kim loại. Tác giả đưa ra 2 giải pháp chuốt bên ngoài và chuốt trong. Qua thực nghiệm cho thấy, quá trình chuốt ngoài cho kết quả giống như mô phỏng, trong khi quá trình chuốt trong do không thoát được phoi nên phản lực ngày càng tăng và không ổn định.

Giáo sư Pan Yishan đưa ra thiết kế ống tạo nếp gấp trước [6]. Nhờ tạo hình này, khi chịu tải trọng tác động, kết cấu dạng này sẽ biến dạng theo các nếp gấp sẵn giúp cho việc kiểm soát biến dạng cũng như phản lực trong quá trình biến dạng được dễ dàng hơn. Giá đỡ thủy lực chống va đập sử dụng thiết kế này đã được lắp đặt và ứng dụng tại mỏ YiMa Gengcun, và nó đã trải qua một vài vụ nổ đá quy mô lớn. Điển hình là vụ nổ đá cấp $M_L 3,0$ mà không có thương vong nào xảy ra, đồng thời các thiết bị chống lò đều duy trì ở tình trạng tốt.

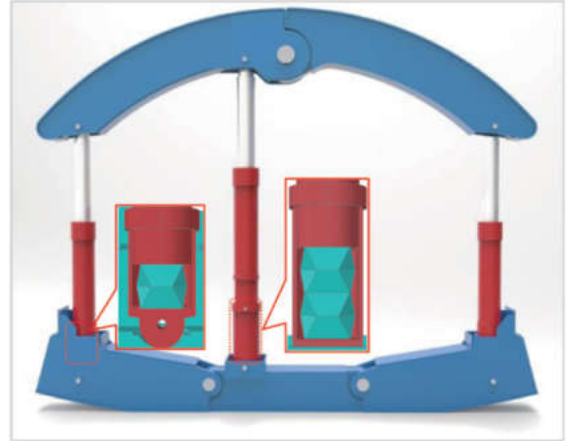
2.3. Kết cấu bộ hấp thụ năng lượng

Bộ HTNL có cấu tạo khá đơn giản. Kết cấu điển hình của một bộ HTNL được thể hiện trong Hình H.4 [6], được lắp đặt dưới chân cột chống thủy lực như trên Hình H.5



H.4. Cấu tạo bộ hấp thụ năng lượng

- 1) Vòng tăng cứng; 2) Đầu cột chống; 3) Ống dẫn hướng;
- 4) Phần tử hấp thụ năng lượng; 5) Đầu liên kết



H.5. Vị trí thường lắp bộ hấp thụ năng lượng trên vì chống thủy lực chống va đập

Trong đó, chi tiết số 4 là phần tử quan trọng nhất trong bộ hấp thụ năng lượng. Ở điều kiện làm việc bình thường, phần tử HTNL 4 đảm bảo đủ cứng vững để chịu tải trọng truyền đến từ đầu cột chống 2. Khi tải trọng vượt quá tải trọng làm việc đến một giá trị nhất định, cột chống 2 sẽ theo dẫn hướng 3 nén chi tiết 4 biến dạng xẹp xuống. Quá trình biến dạng của chi tiết 4 sẽ hấp thụ bớt năng lượng từ vụ nổ đá, đồng thời tạo thời gian cho van an toàn trên thân cột chống kịp thời mở để xả bớt áp lực cho cột chống.

Thông qua nhiều nghiên cứu, đã rút ra bộ HTNL cần đáp ứng được các tiêu chí sau [5]:

1. Tải trọng đỉnh hợp lý: Tải trọng đỉnh là tải trọng làm cho phần tử HTNL bắt đầu biến dạng dẻo. Tải trọng đỉnh hợp lý là tải trọng đỉnh thỏa mãn điều kiện: lớn hơn tải trọng làm việc của cột chống, nhưng nhỏ hơn tải trọng tới hạn của cột chống

$$F_N < F_p < F_L \tag{1}$$

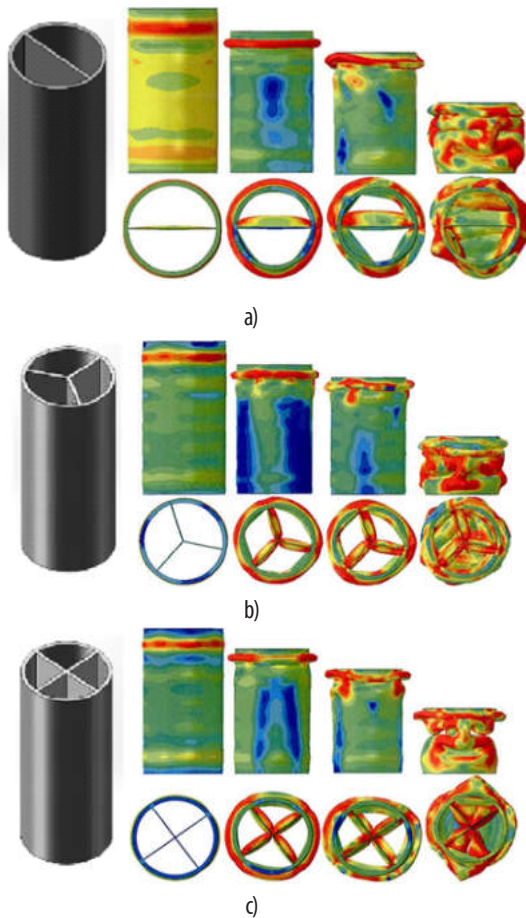
Trong đó:

F_N - Tải trọng làm việc của cột chống, kN;

F_p - Tải trọng đỉnh của cấu kiện hấp thụ năng lượng, kN;

F_L - Tải trọng tới hạn của cột chống, thông thường tải trọng này có giá trị gấp 1,5 lần tải trọng làm việc: $F_L = 1,5.F_N$, kN.

2. Duy trì được phản lực lớn: Trong quá trình biến dạng, bộ HTNL cần phải duy trì được trạng thái phản lực càng lớn càng tốt. Phản lực càng lớn thì năng lượng hấp thụ được càng nhiều, tùy nhiên vẫn cần đảm bảo $< F_L$.



H.6. Phần tử hấp thụ năng lượng ống mỏng gân trong và trạng thái biến dạng

a) Gân chữ Y; b) Gân chữ Y; c) Gân chữ thập

3. Kéo dài quá trình biến dạng: Hành trình biến dạng càng dài và công biến dạng càng lớn thì năng lượng hấp thụ được càng nhiều, đồng thời càng kéo dài được thời gian để van an toàn kịp thời phát huy tác dụng.

4. Chế độ biến dạng ổn định: Trong quá trình biến dạng, giá trị phản lực là thay đổi liên tục. Sự thay đổi này càng nhỏ thì hệ thống làm việc càng ổn định và hiệu quả.

5. Chuyển hóa năng lượng chỉ xảy ra một chiều: Năng lượng hấp thụ sẽ bị chuyển hóa thành nhiệt năng và biến dạng dẻo rồi tiêu tán, về cơ bản không chuyển hóa thành biến dạng đàn hồi và tích tụ.

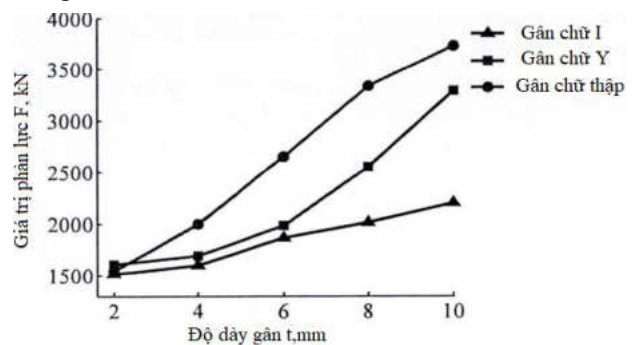
6. Chi phí thấp và lắp đặt dễ dàng: Bộ HTNL chỉ có tác dụng dùng một lần. Sau khi biến dạng sẽ không thể phục hồi và cần phải được thay thế. Vì thế yêu cầu phải có chi phí thấp và lắp đặt thay thế dễ dàng.

Cho tới nay đã có rất nhiều nghiên cứu về bộ HTNL được tiến hành và nhiều kết quả nghiên cứu đã được thử nghiệm cũng như áp dụng vào thực tiễn. Sau đây là một vài kết cấu của phần tử HTNL được nghiên cứu và đưa vào sử dụng đạt hiệu quả cao:

a. Kết cấu ống thành mỏng gân liên kết trong [5]

Kiểu kết cấu này được nghiên cứu lắp đặt trong vỉ chống thủy lực ZHD6000, có kích thước: đường kính $D=180\text{mm}$; chiều cao $H=350\text{mm}$; chiều dày ống $t=8\text{mm}$, các gân trong được bố trí theo 3 phương án như hình 6 và được thử nghiệm với các chiều dày từ 2mm đến 10mm.

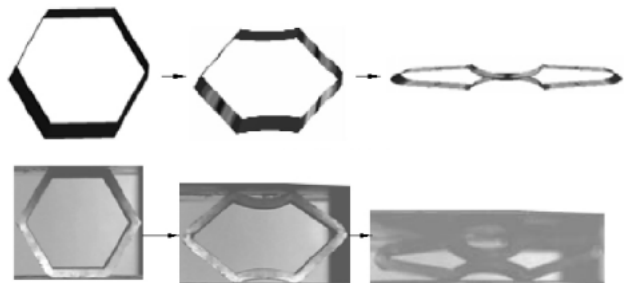
Qua thử mô phỏng bằng phần mềm và thử nghiệm thực tế cho thấy kết cấu gân hình chữ Y với độ dày gân 8mm mang lại hiệu quả làm việc cao cũng như độ làm việc ổn định, phù hợp với vỉ chống ZHD6000. Ưu điểm của kết cấu này là giá thành rẻ, dễ chế tạo. Nhược điểm là phản lực biến động lớn, khó kiểm soát.



H.7. Biểu đồ giá trị phản lực lớn nhất phụ thuộc độ dày của gân của ống mỏng gân trong

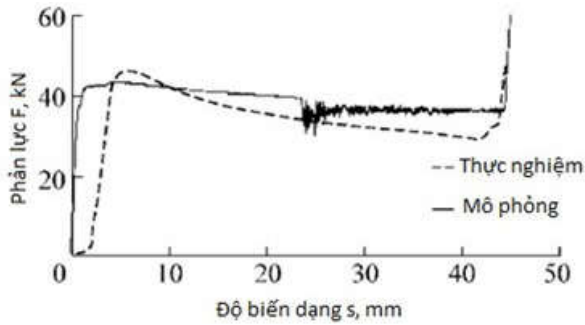
b. Kết cấu lục giác thành mỏng [10]

Phần tử HTNL với kết cấu dạng lục giác thành mỏng (Hình H.8) được tiến hành nghiên cứu với 3 loại vật liệu là thép Q235, Q550 (GB/T700-2006) và thép T700L (giới hạn bền 720MPa) với nhiều kích thước khác nhau về chiều dài, chiều dài cạnh và độ dày của thành.



H.8. Phần tử hấp thụ năng lượng với kết cấu dạng lục giác thành mỏng

Dưới lực nén xuyên tâm, phần tử chống va đập hình lục giác thành mỏng có chế độ phá hủy biến dạng rất ổn định (Hình H.8), phản lực tương đối ổn định và hành trình biến dạng hiệu quả, kích thước và vật liệu của phần tử có ít ảnh hưởng đến hành trình và hệ số dao động tải, chủ yếu HTNL thông qua biến dạng dẻo, thuộc dạng chuyển đổi năng lượng không thể đảo ngược. Trong khoảng hành trình biến dạng hiệu quả, khi khoảng cách nén tăng, năng lượng hấp thụ tăng tuyến tính.



H.9. Biểu đồ giá trị phản lực thay đổi theo độ biến dạng

Khi tăng của chiều dày thành, phản lực lớn nhất, phản lực trung bình và tổng năng lượng hấp thụ có xu hướng tăng lên tương tự như hàm bậc hai. Khi chiều dài và giới hạn ứng suất chảy vật liệu tăng, phản lực lớn nhất, phản lực trung bình và tổng năng lượng hấp thụ đều tăng tuyến tính; khi chiều dài cạnh tăng lên, phản lực lớn nhất và phản lực trung bình của thành phần giảm (Bảng 1)

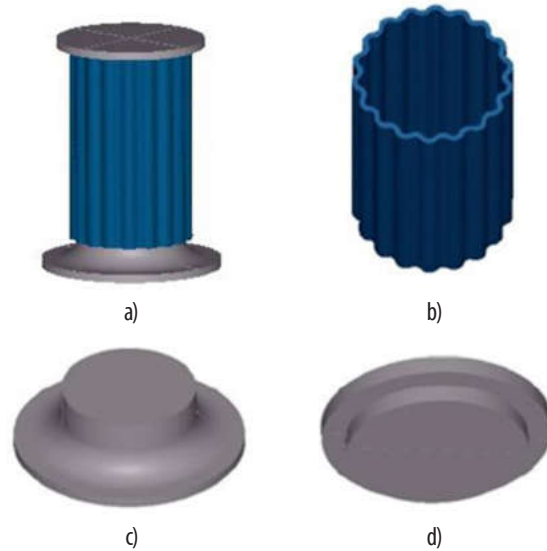
Phần tử HTNL lục giác thành mỏng là phần tử HTNL lý tưởng cho dầm trên cùng của giá đỡ. Được lắp đặt trên dầm trên cùng của giá đỡ có thể nâng cao hiệu suất chống HTNL của giá đỡ.

Bảng 1. Kết quả thực nghiệm nén cấu kiện lục giác thành mỏng

TT	Kích thước cạnh,	Chiều dày,	Chiều dài,	Lực cản lớn nhất,	Lực cản trung bình,	Năng lượng hấp thụ,
	mm	mm	mm	kN	kN	kJ
1	157	5	350	67	57	13,5
2	157	10	350	307	244	56,4
3	157	15	350	758	561	123,4
4	157	20	350	1455	1000	212,1
5	157	25	350	2005	1626	349,5
6	157	30	350	3201	2358	490,5
7	157	6	300	87	71	16,8

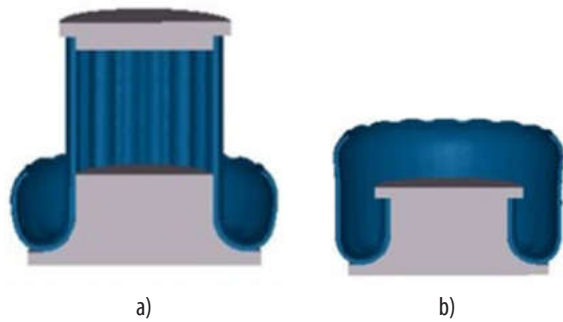
TT	Kích thước cạnh,	Chiều dày,	Chiều dài,	Lực cản lớn nhất,	Lực cản trung bình,	Năng lượng hấp thụ,
	mm	mm	mm	kN	kN	kJ
8	157	6	450	132	106	25,5
9	157	6	900	266	213	52,3

c. Kết cấu ống lượn sóng dọc [11]



H.10. Bộ hấp thụ năng lượng sử dụng ống lượn sóng

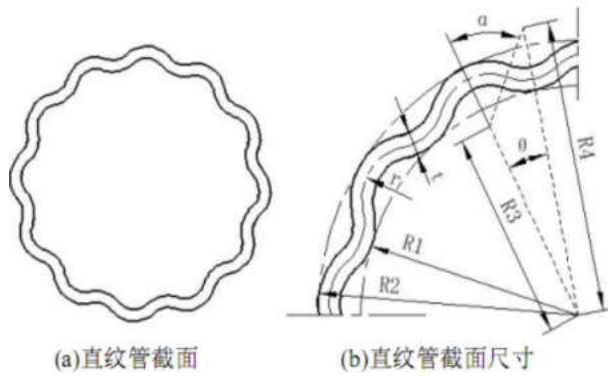
- a) Bộ hấp thụ năng lượng hoàn chỉnh; b) ống lượn sóng;
- c) đe dẫn hướng; d) cối ép trên.



H.11. Quá trình biến dạng bộ hấp thụ năng lượng sử dụng ống lượn sóng

- a) Trong quá trình biến dạng; b) Kết thúc biến dạng

Bộ HTNL này bao gồm 3 bộ phận như Hình H.10. Khi tải vượt quá giá trị giới hạn, mép dưới của ống lượn sóng bị ép trượt theo đe dẫn hướng uốn cong lật ra phía ngoài (Hình H.11). Các sóng lượn dọc thân ống vừa có tác dụng làm tăng độ cứng vững của ống, vừa có tác dụng tránh việc mép ống bị rách khi bị uốn cong ra ngoài.



H.12. Thông số hình học cơ bản của phần tử HTNL dạng ống lượn sóng

Thông qua nghiên cứu lý thuyết và thử nghiệm, các nhà nghiên cứu đã rút được ra các điều kiện ràng buộc về thông số để cấu kiện làm việc hiệu quả:

* Điều kiện về giá trị tải trọng đỉnh
 $1,2F_N < F_p < 1,4F_N$ (2)

* Điều kiện về không gian cần thiết để quá trình biến dạng được thuận lợi

$R_{kg} = 2\rho + R_1$ (3)

Trong đó:

- R_{kg} : Bán kính không gian cần thiết để cấu kiện có thể hoạt động

- ρ : Bán kính uốn cong của đe hấn hướng, mm

- R_1 : Bán kính nội tiếp ống lượn sóng (Hình H.12)

* Điều kiện ràng buộc kích thước

$t - 2r < 0$
 $\left(R_1 + \frac{t}{2}\right) \frac{\sin \frac{\pi}{z}}{\sin \frac{\pi(z-1)}{2z} - \sin \frac{\pi}{z}} - r < 0$ (4)

Trong đó:

z- Số lượng sóng uốn trên thân cấu kiện

Các thông số R_1 , t, r là các thông số hình học mặt cắt cấu kiện như Hình H.12

* Điều kiện để cấu kiện biến hình mà không bị hỏng

$F - P < 0$
 $P = \frac{\pi^2 E \left[\left(r + \frac{t}{2}\right)^4 - \left(r - \frac{t}{2}\right)^4 \right]}{11^2} \left(2 \arcsin \frac{(R_1 + r + t) \sin \frac{\pi}{z}}{2r} - \frac{\pi}{z} \right)$ (5)

Trong đó:

F- Tải trọng tác dụng lên cấu kiện, kN

P- Tải trọng tới hạn gây biến dạng cong vênh, kN

H- Chiều cao cấu kiện, mm

E- Modul đàn hồi của vật liệu cấu kiện, MPa

n- hệ số làm cứng của vật liệu theo phương trình Hollomo (0,2~0,5)

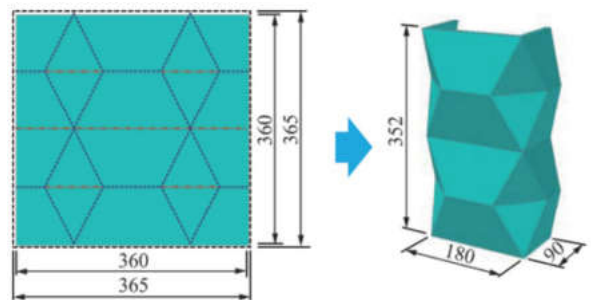
* Điều kiện để cấu kiện không bị rách trong quá trình biến dạng

$\ln \frac{\pi(R_1 + 2\rho - \frac{t}{2})}{rz \left(\arcsin \frac{(R_1 + r + t) \sin \frac{\pi}{z}}{2r} - \frac{\pi}{z} \right)} - 2n < 0$ (6)

Trong đó: n- hệ số làm cứng của vật liệu theo phương trình Hollomo (0,2~0,5)

d. Kết cấu ống tạo sẵn nếp gấp [6]

Phần tử HTNL này cũng có thể gọi là một ống thành mỏng có thiết kế đặc biệt. Tuy nhiên để thuận tiện cho quá trình gia công, người ta tách ống này thành 2 nửa được chế tạo từ thép tấm dày 8mm. Kích thước và hình dạng của mỗi nửa được thể hiện như Hình H.13. Thép tấm sau khi được cắt đúng kích thước sẽ được gia nhiệt và thực hiện tạo nếp gấp trên máy ép chuyên biệt. Sau đó các nửa sẽ được phay cạnh và thực hiện hàn ghép với nhau bằng mối hàn cường độ cao, qua thêm một bước nhiệt luyện để tạo thành chi tiết hoàn chỉnh (Hình H.14)



H.13. Kích thước và hình dạng sau gia công của nửa phần tử hấp thụ năng lượng dạng ống nếp gấp.



H.14. Bộ hấp thụ năng lượng kết cấu ống nếp gấp và dạng biến dạng của nó

Khác với kết cấu dạng ống thẳng gân trong, sự biến dạng là không thể dự đoán trước. Nhờ tạo hình này, khi chịu tải trọng kết cấu dạng này sẽ biến dạng theo các nếp gấp sẵn. Điều này đảm bảo tính đồng nhất về chất lượng sản phẩm (các sản phẩm

sẽ không có sự khác biệt nhiều về các chỉ số đánh giá). Đồng thời độ dao động của phản lực trong quá trình biến dạng cũng nhỏ hơn so với ống thẳng.

3. KẾT LUẬN

- Nổ đá gây ra các tác động nghiêm trọng gây hư hỏng thiết bị, đường lò và mất an toàn lao động trong khai thác than hầm lò. Một giải pháp giảm thiểu các thiệt hại đó là nghiên cứu chế tạo, lắp các bộ hấp thụ năng lượng cho thiết bị chống giữ;

- Hiện nay đã có một số nghiên cứu thiết kế, chế tạo và áp dụng bộ hấp thụ năng lượng dùng cho thiết bị chống giữ trong mỏ than hầm lò. Qua thực tế áp dụng cho thấy tính hiệu quả của bộ hấp thụ năng lượng, vì vậy cần tiếp tục nghiên cứu áp dụng, nhất là ở các đường lò có nguy cơ nổ đá cao;

- Để nâng cao độ tin cậy và hiệu quả của bộ hấp thụ năng lượng cần nghiên cứu áp dụng vật liệu mới trong chế tạo, trong đó có vật liệu composit và kim loại xốp. □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Võ Trọng Hùng, Phùng Mạnh Đắc, (2005). Cơ học đá ứng dụng trong xây dựng công trình ngầm và mỏ. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật. Hà Nội.
2. Pugsley A.G, Macaulay M. (1960), The large scale crumpling of thin cylindrical columns, Mechanics and applied Mathematics.
3. Alexander JM. (1960), An approximate analysis of the collapse of thin cylindrical shells under axial loading, Mechanics and applied Mathematics.
4. Adrews K R F, England GL, Ghani E.(1983), Classification of the axial collapse cylindrical tubes under quasi-static loading, Mechanical Sciences.
5. 韩冲. ZHD6000(2017), 型吸能防冲击液压支架新型吸能构件的研究. 硕士毕业论文.
6. 潘一山, 肖永惠, 李国臻 (2020), 巷道防冲击液压支架研究及应用 [J]. 煤炭学报.
7. 王仁, 韩铭宝, 等. (1983), 受轴向冲击的圆柱壳塑性动力屈曲实验研究, 力学学报.
8. 宋宏伟, 万志敏, 杜星文(2000), 复合圆柱管撞击吸能特性实验研究 [J]. 实验力学.
9. 刘瑞同, 王鑫伟 (2002), 轴向载荷下复合材料元件吸能能力的试验研究 [J]. 南京航空航天大学学报,
10. 唐 治, 潘一山, 等 (2016), 六边薄壁构件径向压缩下的吸能防冲特性分析. 煤炭科学技术.
11. 刘欢 (2020), 防冲吸能液压支架直纹管外翻型吸能构件的研究. 硕士毕业论文.
12. 何兴华 (2017), 能防冲液压支架金属切削式吸能构件的研究. 硕士毕业论文.

APPLICATION OF ENERGY ABSORBER FOR SUPPORT USING IN UNDERGROUND MINES TO IMPROVE SAFETY WHILE IN USE

ABSTRACT

Rock burst is one of the most serious accidents in underground coal mining. It causes extremely great damages. When a rock burst occurs, an enormous amount of energy is released and impacted on the roadway, causing the load on the supports increasing rapidly. When this load exceeds the critical load value of the supports, the supports will be deformed and broken, causing serious damages of equipment and people. One of the current research directions in the world is to equip additional energy absorbers for supports. This paper presents the operating principle as well as the research situation of energy absorbers, applied for hydraulic supports use in underground coal mines to improve safety in use.

Keywords: *rock burst, energy absorber, support, underground mining.*

Ngày nhận bài: 22/9/2020

Ngày gửi phản biện: 10/10/2020

Ngày nhận phản biện: 14/01/2020

Ngày chấp nhận đăng bài: 15/03/2021

Trách nhiệm pháp lý của các tác giả bài báo: Các tác giả hoàn toàn chịu trách nhiệm về các số liệu, nội dung công bố trong bài báo theo Luật Báo chí Việt Nam