

# TÍNH TOÁN ÁP SUẤT THEO CHIỀU CAO LÀM VIỆC CỦA TÚI KHÍ TRONG QUÁ TRÌNH HẠ THỦY TÀU

## WORKING HEIGHT PRESSURE CALCULATION OF AIRBAGS IN SHIP LAUNCHING

TS. Nguyễn Đức Quý

Ngành cơ khí viện kỹ thuật kinh tế biển trường Đại học Bà Rịa Vũng Tàu,

Email : quyvtu@yahoo.com

**Tóm tắt:** Việc xác định áp suất túi khí khi bị biến dạng đóng vai trò quan trọng trong tính toán quá trình hạ thủy tàu trên túi khí. Mục đích đảm bảo an toàn cho túi khí tránh nổ vỡ tại các vị trí lực tác dụng lên túi khí là lớn nhất. Tính toán dựa trên giả thuyết khí không nén được, trong quá trình làm việc của túi khí, hình dáng túi bị biến dạng nhưng lớp vỏ túi chưa bị kéo giãn dài do áp suất. Tác giả đưa ra công thức tính áp suất túi khí sau khi bị biến dạng phụ thuộc vào áp suất ban đầu và chiều cao làm việc tương đối của túi khí. Công thức đưa ra làm cơ sở cho tính toán biến dạng túi khí khi hạ thủy, đặc biệt khi tàu bắt đầu quay quanh mũi tàu. Trong quá trình nằm trên túi khí độ dốc tàu tăng thêm gây ra gia tăng tốc độ chuyển động khi hạ thủy. Kết quả trình bày là cơ sở cho các hướng nghiên cứu tiếp theo trong lĩnh vực tính toán hạ thủy bằng túi khí, đặc biệt là lựa chọn thông số túi khí chuẩn bị hạ thủy.

**Từ khóa:** Áp suất túi khí, Hạ thủy tàu trên túi khí, Các thông số túi khí.

**Abstract:** Airbag pressure determining as deformed shape plays an important role in ship launching calculations. The purpose of ensuring the safety of the airbag is to avoid explosion at the airbag position where under the maximum force. Calculations based on the theory of uncompressed air, during the operation of the airbag, the shape of the bags are deformed while the bag shell has not been stretched by pressures. The author provides a formula for calculating the airbag pressure after deformation depending on the initial pressure and the relative working height of the air bag. The formula is given as the basis for calculating the airbag deformation during launching, especially when the vessel begins to orbit the bow. When vessels are lying on the airbag, the increased slope of the boat causes an increase in speed of launched movement. The presented results are the basis for further research in the field of ship launching airbag calculations, particularly in selection of air bag parameters in the preparation phase.

**Keywords:** Airbag pressure, Ship launching airbag, Airbag parameters.

### Phương pháp tính toán đáp ứng lực và áp suất túi khí theo độ cao làm việc.

- **Đặc điểm làm việc của túi khí khi làm việc**

Khi túi khí ở trạng thái tự do, túi khí chỉ chịu tác động của trọng lượng bản thân, áp lực trong túi khí lớn sự biến dạng túi khí do trọng lượng bản thân là rất nhỏ. Khi hạ thủy túi khí nằm trên mặt phẳng nghiêng chịu tác dụng của trọng lượng tàu và phản lực nền của triền tàu. Dưới tác dụng của các lực trên túi khí bị biến dạng về hình dáng dẫn đến thể tích chứa khí bị giảm, dẫn đến áp lực khí trong túi sẽ tăng cho đến khi lớp vỏ của túi khí bị giãn nở đến mức phá hủy gây ra túi bị nổ.

Khi bị biến dạng chuyển động lăn không trượt của túi trên triền bị thay đổi, dẫn đến chuyển động của tàu kê trên túi khí cũng thay đổi.

Sự biến dạng theo chiều dài túi có thể khác nhau, dẫn đến ma sát lăn dọc theo chiều dài túi khác nhau tạo nên mô men quay gây cho túi bị quay trong mặt phẳng nghiêng, gây va chạm các túi, có khi làm thay đổi hướng chuyển động của tàu.

Các túi liền kề nhau chịu áp lực khác nhau sẽ biến dạng khác nhau dẫn đến chúng chuyển động với tốc độ khác nhau. Có khi túi phía sau chạy nhanh hơn túi phía trước dẫn tới chúng bị chèn ép lên nhau. Do vậy việc tính toán khoảng cách giữa chúng là rất cần thiết trong quá trình bố trí các túi khí.





Hình 1. Túi khí chưa biến dạng

Do biến dạng khác nhau chúng có thể làm thay đổi độ dốc của tàu trong quá trình chuyển động, dẫn đến thay đổi tốc độ trượt của tàu, gây nguy hiểm cho tàu. Tàu có thể chuyển động với vận tốc quá nhanh khi độ dốc tăng, hoặc tàu có thể bị dừng lại khi độ dốc giảm.

Khi bị biến dạng nhiều, áp suất trong túi khí tăng có thể gây nổ túi khí. Do vậy khi bố trí các túi khí cần xác định các túi làm việc nặng nề nhất để có biện pháp tăng cường đảm bảo an toàn trong quá trình hạ thủy.

Các ảnh hưởng của biến dạng túi khí ảnh hưởng rất lớn đến quá trình hạ thủy. Do vậy ta cần quan tâm khả năng làm việc của các túi khí ở các vấn đề sau :

- Sự biến dạng của túi khí.
- Sự thay đổi áp lực túi khí.
- Điều kiện làm việc an toàn của túi khí.
- **Diện tích làm việc của túi khí.**

Biến dạng của túi khí sẽ phụ thuộc rất nhiều vào áp suất trong túi khí. Áp suất lớn hình dáng túi khí biến dạng ít, áp suất nhỏ hình dáng túi khí biến dạng nhiều. Ảnh hưởng của biến dạng túi khí đến chuyển động của tàu giống như ảnh hưởng của chiếc lốp ô tô hoặc xe máy đến chuyển động của phương tiện. Khi áp suất lốp lớn, lốp căng tròn, ma sát lăn của lốp nhỏ dẫn đến phương tiện tiêu hao nhiên liệu ít, công suất nhỏ. Khi lốp mềm lốp bị biến dạng, ma sát lăn lớn, phương tiện tiêu hao nhiều nhiên liệu, công suất lớn.

Xét một đơn vị chiều dài túi khí thể tích chất khí nằm trong túi khí là  $V_0$ .

Trong quá trình biến dạng giả thiết các túi khí không bị kéo giãn, khi ấy chu vi mặt cắt ngang được bảo toàn.

Khi chưa biến dạng mặt cắt ngang của túi khí là đường tròn có đường kính  $D$ . Khi ấy thể tích



Hình 2. Túi khí biến dạng

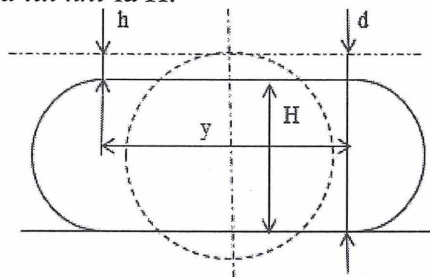
Đối với tàu kê trên các túi khí, khi áp suất lớn túi khí căng tròn biến dạng ít, khi ấy đường kính túi càng lớn chuyển động của các túi khí càng chậm so với tốc độ tiến của tàu. Ngược lại khi đường kính túi khí nhỏ, chuyển động của các túi khí nhanh so với tốc độ tiến của tàu.

Dưới tác động của trọng lượng tàu các túi khí bị biến dạng. Độ biến dạng của túi khí phụ thuộc vào số lượng túi khí kê dưới con tàu và áp suất bên trong túi khí.

Hình dạng biến dạng của các túi khí phụ thuộc vào các kiểu tiếp xúc và cường độ lực tác dụng lên túi khí. Trong quá trình làm việc túi khí có các thể tiếp xúc ở các dạng sau :

- Khi tiếp xúc đường.
- Khi tiếp xúc mặt

Thông số đặc trưng cho biến dạng là *độ biến dạng theo đường kính h* và *chiều cao làm việc của túi khí là H*.



Hình 3. Chiều cao làm việc của túi khí  
 $h$ - Độ biến dạng,  $H$ - Chiều cao làm việc,  $D$  - Đường kính túi

của một phân tử chất khí có thể tích  $V_0$  với áp suất  $P_0$ . Trong đó  $V_0$  được tính như sau :

$$V_0 = \frac{\pi \cdot D^2}{4}$$

Chu vi mặt cắt ngang

$$C = \pi \cdot D$$



Sau khi biến dạng theo hướng kính một đoạn là  $h$  ta giả thiết rằng thể tích sau khi biến dạng bằng thể tích của hai nửa hình tròn có đường kính là  $d-2h$  và hình chữ nhật có một cạnh là  $d-2h$  và một cạnh là  $y$  ( xem hình 3). Khi ấy chu vi tiết diện sau khi biến dạng là :

$$C = \pi \cdot H + 2y$$

Chu vi tiết diện trước và sau biến dạng là bằng nhau. Vậy ta có :

$$\pi D = \pi \cdot H + 2y$$

Từ đây ta có đoạn tiếp súc  $y$  là :

$$2y = \pi \cdot D - \pi \cdot H$$

$$2y = \pi(D - H)$$

Chiều dài tiếp súc của túi khí ở một phân tố chiều dài túi khí là :

$$y = \frac{\pi(D - H)}{2}$$

Gọi  $dA$  là diện tích tiếp súc một đơn vị chiều dài túi khí là

$$dA = y = \frac{\pi(D - H)}{2} ; \quad (1)$$

Nhân (1) tử số và mẫu số với  $D$  và đặt  $k = \frac{H}{D}$

Ta có công thức diện tích tiếp súc của túi khí trên một đơn vị chiều dài là :

$$dA = 0.5 \cdot \pi \cdot D(1 - k) ; (2)$$

• **Sự thay đổi thể tích của túi khí khi làm việc**

Sự thay đổi áp suất của túi khí khi làm việc liên quan chặt chẽ đến thể tích khối khí của một đơn vị chiều dài sau khi biến dạng:

Thể tích của một đơn vị chiều dài túi khí có chiều cao làm việc là  $H$  tính theo công thức :

$$V = \frac{\pi}{4} H^2 + y \cdot H$$

Thay trị số chiều dài tiếp súc của túi khí  $y$  của (1) vào công thức trên ta có thể tích phân tố chiều dài túi khí sau khi biến dạng có độ cao làm việc  $H$  là :

$$V = \frac{\pi}{4} H^2 + \frac{\pi(D - H)}{2} \cdot H$$

Nhân và tử và mẫu công thức trên với  $D^2$  ta có

$$V = \frac{D^2}{4} \left( \frac{\pi}{4} H^2 + \frac{\pi(D - H)}{2} \cdot H \right)$$

Thay  $V_0 = \frac{\pi \cdot D^2}{4}$  và  $\frac{H}{D} = k$  cuối cùng ta có

$$V = V_0(k^2 + 2 \cdot (k - k^2)) = 2k - k^2$$

$$V = V_0(2k - k^2)$$

$$\frac{V_0}{V} = \frac{1}{(2k - k^2)} ; \quad (3)$$

• **Áp suất của túi khí khi túi khí làm việc.**

Dưới tác động của trọng lực tàu, túi khí bị biến dạng, trong quá trình biến dạng nhiệt độ trong túi khí xem như không

thay đổi. Do vậy có thể áp dụng phương trình đẳng nhiệt cho khối khí nằm trong túi khí là  $P \cdot V = \text{hằng số}$ .

Ta có

$$P_0 \cdot V_0 = P \cdot V$$

Ở đây  $V_0, P_0$  - là thể tích và áp suất túi khí ở trạng thái ban đầu

$V, P$  - là thể tích túi khí ở trạng thái sau khi bị biến dạng có chiều cao làm việc  $H$ .

Từ đó ta có áp suất làm việc của túi khí sau khi bị biến dạng.

$$P = \frac{P_0 \cdot V_0}{V}$$

Từ (3) thay trị số  $\frac{V_0}{V}$  ta có :

$$P = P_0 \cdot \frac{V_0}{V}$$

Thay (3) vào ta có :

$$P = P_0 \cdot \frac{1}{(2k - k^2)} ; \quad (4)$$

Căn cứ vào (4) ta thấy khi độ biến dạng  $k$  càng lớn thì áp suất  $P$  càng lớn dẫn tới các túi bị dẫn và có nguy cơ bị nổ. Tuy nhiên ở mỗi túi khí đều bố trí các van an toàn đảm bảo áp suất bên trong túi khí là cố định. Trừ khi độ biến dạng là đột ngột, các van không kịp xả hoặc bị sự cố dẫn đến túi bị vỡ, đó là điều có thể xảy ra trên thực tế.

• **Phản lực của túi khí tác dụng lên tàu.**

Dưới tác dụng của ngoại lực túi khí bị biến dạng có độ cao làm việc  $H$  dẫn đến tăng diện tích tiếp súc bề mặt và áp lực bên trong túi khí cũng tăng lên. Khi ấy  $dF$  là lực tác dụng của túi khí lên tàu trên một đơn vị chiều dài túi khí như sau :

$$dF = P \cdot dA$$

$$= P_0 \cdot \frac{0.5 \cdot \pi \cdot D(1 - k)}{(2k - k^2)} ; \quad (5)$$

Ở đây  $k = H/D$

$D$  là đường kính túi khí,  $H$  là chiều cao làm việc của túi khí (hình 3)

Khi chiều dài tiếp súc là  $l$  thì phản lực  $R$  của túi khí lên tàu là.

$$R = l \cdot dF$$

**Tài liệu tham khảo**

[1]. Trần Sỹ Phiệt, Vũ Duy Quang. Thủy khí động lực kỹ thuật. Nhà xuất bản đại học và trung học chuyên nghiệp 1979  
[2]. Trần Công Nghị, 2001, "Lý thuyết tàu thủy", Tập 1, tập 2, tập 3, Trường đại học Giao thông vận tải Tp Hồ Chí Minh