



# Tìm hiểu mối liên hệ của các thiết bị trên hệ thống thông hơi hầm hàng tàu dầu

■ **KS. NGUYỄN ANH QUỐC**

*Ban Quản lý cảng biển*

■ **KS. TÔN TỊNH BIÊN**

*Công ty Cổ phần Lọc hóa dầu Bình Sơn*

**TÓM TẮT:** Các thiết bị được lắp đặt cho hệ thống thông hơi của hầm hàng là nhằm mục đích phục vụ cho việc làm hàng kín cũng như đảm bảo cho các hầm hàng không bị biến dạng khi thay đổi áp suất, kiểm soát hỗn hợp khí thải ra môi trường bên ngoài nhằm phòng chống cháy nổ và giảm thất thoát hàng hóa do bay hơi tự nhiên. Ngoài ra, một số cảng còn trang bị hệ thống thu hồi hơi kết nối với hệ thống này để thu gom các hơi dầu về bờ xử lý. Bài báo này nói rõ chức năng và mối quan hệ giữa các thiết bị trên hệ thống thông hơi của tàu dầu, từ đó giúp cho thuyền viên tàu hiểu rõ hơn để vận hành an toàn và khai thác hiệu quả tránh sự cố tiềm ẩn, đáng tiếc xảy ra.

**TỪ KHÓA:** Hệ thống thông hơi hầm hàng, van thở, làm hàng kín.

**ABSTRACT:** The Equipment installed on tank venting system is for the purpose of closed loading/unloading operation as well as ensuring that the cargo tanks are not deformed when pressure changes, fire and explosion prevention by controlling offgas escape to the environment and reduce loss of cargo due to natural evaporation. In addition, some terminals are also equipped vapor return system to collect oil vapors to shore via this system for treatment. This article clearly explains the functions and relationships between the equipments on the oil tanker's ventilation system, thereby helping the tanker's crew better understand for safe operation and effective exploitation to avoid potential incidents.

**KEYWORDS:** Cargo tank venting system, P/v valve, closed cargo operation.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Các thiết bị được lắp đặt cho hệ thống thông hơi là điều kiện bắt buộc để phục vụ cho quá trình làm hàng kín (closed operations) trên tàu dầu. Hiện nay, việc làm hàng kín là yêu cầu không thể thiếu ở các cảng dầu trên thế giới, tuy nhiên ở Việt Nam việc làm kín chưa được quan tâm thích đáng, thuyền viên chưa nắm rõ được chức năng, nguyên lý của các thiết bị trên hệ thống thông hơi nên hay bị nhầm lẫn hoặc không sử dụng đúng chức năng của nó

trong quá trình làm hàng (nhận hàng/trả hàng) hay bơm nước dẫn vào hầm hàng (ballasting) trong điều kiện thời tiết xấu hoặc tàu hành trình trong điều kiện bình thường trên biển nếu cần thiết, do đó luôn có nguy cơ tiềm ẩn mất an toàn xảy ra. Với những tích lũy từ kinh nghiệm thực tiễn ở môi trường làm việc giám sát an toàn tàu cũng như tham khảo các tài liệu của các cơ quan đăng kiểm, Tổ chức Hàng hải quốc tế (IMO), Diễn đàn Quốc tế các công ty dầu mỏ (OCIMF)... , tác giả nêu rõ chức năng, mối quan hệ của từng thiết bị được lắp đặt cho hệ thống thông hơi hầm hàng của tàu dầu giúp người đọc hiểu được phần nào về hệ thống này, hạn chế tối đa các mối nguy tiềm ẩn gây ra trên tàu.

## 2. NỘI DUNG

### 2.1. Giới thiệu hệ thống thông hơi hầm hàng của tàu dầu

#### 2.1.1. Van cách ly (Isolating Valve)

Van này thường dùng là van bướm (Butterfly valve). Chúng được lắp đặt trên đường nhánh của hệ thống khí trơ (Inert gas system) dẫn đến từng hầm hàng hoặc được bố trí trên đường nối giữa hệ thống thông hơi độc lập với đường ống thu hồi hơi (Vapour return line) hoặc phân nhóm hơi, ngoài ra đối với một số tàu vận chuyển dầu thô chúng được lắp đặt giữa đường ống thông hơi chính với trụ thông hơi (Mast riser) như Hình 2.1.

Thông thường, các van cách ly này được khóa lại, tránh trường hợp mở vô ý của thuyền viên, việc khóa này được kiểm soát bởi Đại phó của tàu và niêm yết tại buồng điều khiển làm hàng.

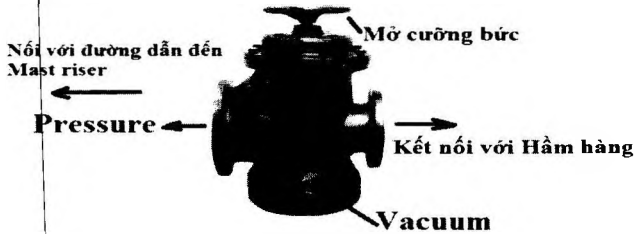


Hình 2.1: Các van trên hệ thống thông hơi

#### 2.1.2. Van tự động cân bằng áp suất (P/V Valve hay Pressure/vacuum Valve)

Van này thông thường có 3 loại chính thường được thấy trên tàu đó là loại trọng lực, loại piston và loại kết hợp giữa piston và van nhánh (By-Pass valve), tất cả các van này thường được sử dụng cho hệ thống thông hơi gộp chung thông qua trụ thông hơi.

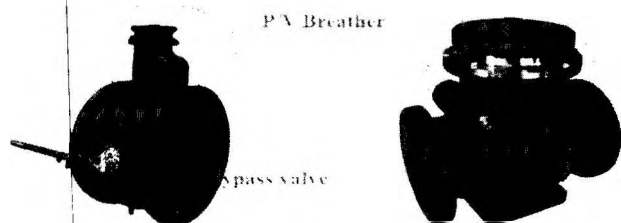
- Loại trọng lực (Hình 2.2), các van này có chức năng cân bằng áp suất cho từng hầm hàng và được bố trí trên đường ống nhánh thông hơi của mỗi hầm đến đường ống gộp chung. Chúng thường được trang bị, lắp đặt trên các tàu có trọng tải nhỏ vận chuyển dầu thành phẩm và không trang bị cho tàu có hệ thống khí trơ. Các van này phải được lắp đặt cách mặt bong chính/hầm hàng tối thiểu 2 m nhằm mục đích ngăn ngừa hút nước vào hầm hàng khi kết hàng có áp suất âm (Vacuum) khi gặp thời tiết xấu. Áp suất làm việc thường ở áp suất dương là 0,14 kgf/cm<sup>2</sup> và áp suất âm là -0,035 kgf/cm<sup>2</sup>.



Hình 2.2: Van tự động cân bằng áp suất (P/V valve)

- Loại piston và piston kết hợp với van nhánh. Van này có tên thường gọi là van thở (P/V Breather) (Hình 2.3), thường được dùng cho hệ thống thông hơi trên tàu dầu thô hoặc tàu có trọng tải lớn có trang bị hệ thống khí trơ. Chúng được bố trí tại giữa đường ống thông hơi chính với trụ thông hơi. Hầu như các van này chủ yếu để cân bằng áp suất cho đường ống thông hơi chính. Áp suất làm việc thường bằng hoặc trước giá trị áp suất van thở của hầm hàng. Tuy nhiên, loại này thường có lưu lượng hơi thoát ra không đủ so với lưu lượng hàng đi vào kết, do đó khi nhận hàng xuống tàu với lưu lượng lớn thì van nhánh được mở.

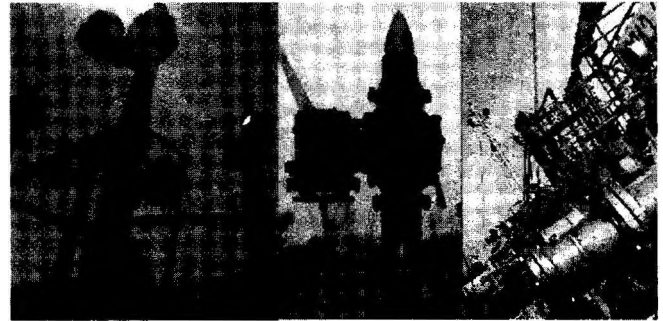
Theo quy định thì tất cả các thiết bị thông hơi thiết kế phải thỏa mãn điều kiện lượng hơi thoát qua hệ thống không được nhỏ hơn 1,25 lần lưu lượng lớn nhất thiết kế khi bơm hàng xuống tàu hoặc dỡ hàng. Trước khi nhận hàng hoặc dỡ hàng, sĩ quan phụ trách làm hàng kiểm tra trạng thái chế độ làm việc của van để đảm bảo van luôn hoạt động tốt.



Hình 2.3: Van thở

2.1.3. Van thở tốc độ cao (P/V High velocity valve)

Các van này được bố trí riêng biệt phía trên đường ống theo phương thẳng đứng cho mỗi hầm hàng và cách mặt boong hầm hàng tối thiểu 2 m (Hình 2.4).



Hình 2.4: Van thở tốc độ cao

Thông thường, những tàu có trang bị hệ thống khí trơ buộc phải trang bị van thở tốc độ cao. Ngoài ra, tàu trang bị van tốc độ cao còn nhằm mục đích để thông hơi các hầm hàng riêng biệt, cần lưu lượng thoát hơi lớn, không lẫn hơi với nhau nếu tàu vận chuyển nhiều sản phẩm, đặc biệt nhìn thấy trên tàu vận chuyển hóa chất. Do loại van này có rất nhiều ưu điểm nên đa số các tàu đóng mới ngày nay có lắp đặt hay không lắp đặt hệ thống khí trơ cũng đều trang bị van thở tốc độ cao.

Áp suất làm việc thường có nhiều giá trị khác nhau tùy vào kết cấu, yêu cầu thông hơi và hàng hóa của nó chuyên chở mà sử dụng phù hợp với điều kiện thực tế:

- Áp suất dương 0,14 kgf/cm<sup>2</sup>, 0,18 kgf/cm<sup>2</sup>, 0,21 kgf/cm<sup>2</sup>;
- Áp suất âm -0,035 kgf/cm<sup>2</sup>, -0,007 kgf/cm<sup>2</sup>

Đa số các tàu dầu thường sử dụng ở giá trị cài đặt áp suất dương 0,14 kgf/cm<sup>2</sup>, áp suất âm -0,035 kgf/cm<sup>2</sup>.

2.1.4. Van thông hơi tự vỡ (P/V Breaker)

Van này được lắp đặt kết nối với đường ống chính của hệ thống khí trơ hoặc đường thông hơi chính, có nhiệm vụ cân bằng áp suất cho các hầm hàng cũng như áp suất trong đường ống khí trơ khi thay đổi áp suất. Giá trị làm việc thường áp suất dương 0,18 kgf/cm<sup>2</sup>, áp suất âm - 0,07 kgf/cm<sup>2</sup>. Chất lỏng trong khoang để làm việc là dung dịch 50% nước và 50% Glycol (Hình 2.5). Sĩ quan đi ca thường xuyên kiểm tra đối chiếu so sánh giữa giá trị áp suất cảm biến với giá trị áp suất thể hiện mức chất lỏng thông qua kính thủy xem có bị lệch không. Nếu bị lệch khả năng chất lỏng bị thiếu hoặc thừa.

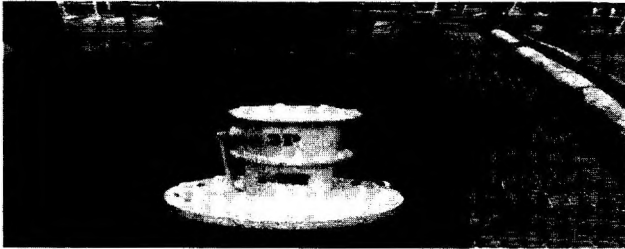


Hình 2.5: P/V Breaker



### 2.1.5. Cảm biến áp suất hầm hàng (Pressure sensors)

Cảm biến áp suất (Hình 2.6) được lắp trên mỗi hầm hàng, một số tàu được lắp riêng lẻ hoặc có thể lắp tích hợp với một số cảm biến khác như cảm biến nhiệt độ... và được truyền dữ liệu về buồng điều khiển làm hàng (Cargo Control Room). Giá trị áp suất báo động (cao/thấp) sẽ cài đặt theo thiết bị van thở tại hầm hàng thường là 10%. Ngoài ra, nếu tàu trang bị hệ thống thu hồi hơi thì có thêm cảm biến áp suất trên đường ống hơi chính. Chúng được bảo dưỡng và hiệu chuẩn bởi đơn vị có chức năng sau mỗi lần lên đà.



Hình 2.6: Cảm biến áp suất hầm hàng

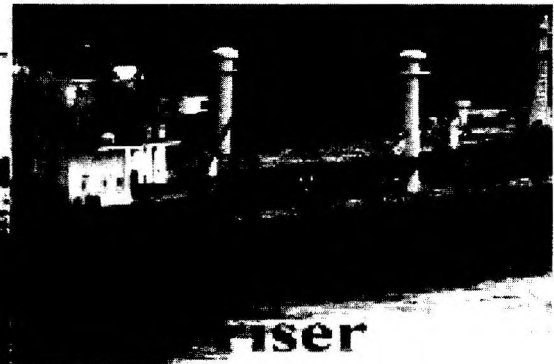
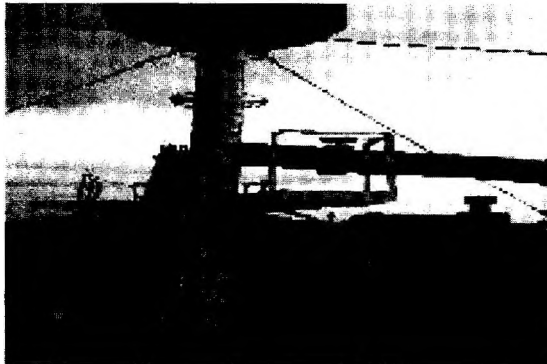
### 2.1.6. Trụ thông hơi (Mast Riser)

Chúng được thiết kế theo hình trụ thẳng đứng (Hình 2.7) có chiều cao tối thiểu 6 m, nhiệm vụ chính của trụ thông hơi là giải phóng và phân tán hơi dầu và khí trơ, ra ngoài môi trường khi áp suất cao để ngăn ngừa khí cháy nổ tích tụ cục bộ trên boong, ngoài ra cũng có nhiệm vụ lấy hơi vào để cân bằng áp suất âm trong đường ống thông hơi chính hoặc hầm hàng nếu van cân bằng áp suất âm (vacumm) bị hỏng.

### 2.1.7. Hệ thống khí trơ

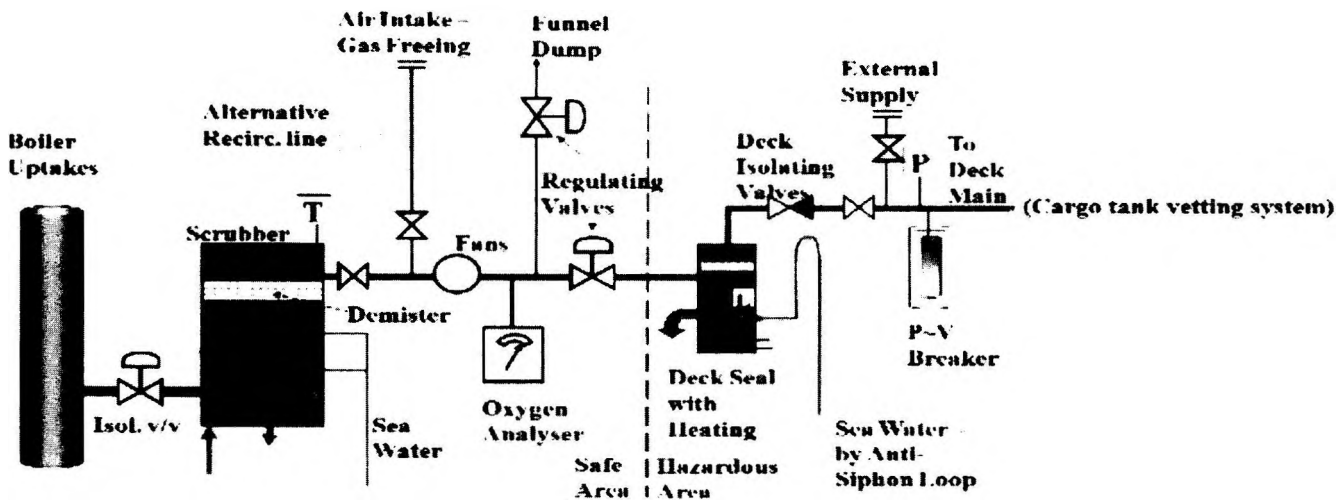
Nhằm mục đích chính là cung cấp khí trơ (có hàm lượng oxy dưới 8%) vào hầm hàng để ngăn ngừa cháy nổ trong quá trình trả hàng và duy trì áp suất dương cho các hầm hàng cũng như các đường ống thông hơi (Hình 2.8), ngoài ra còn sử dụng để làm trơ hóa các kết không gian liên kế mà nơi đó không phải để chứa hàng khi cần.

Theo quy định thì những tàu có trọng tải từ 20.000 DWT trở lên đóng trước năm 2016 và những tàu có trọng tải từ 8.000 DWT trở lên đóng sau ngày 01/01/2016, buộc phải trang bị hệ thống khí trơ.



Hình 2.7. Trụ thông hơi

## IG System

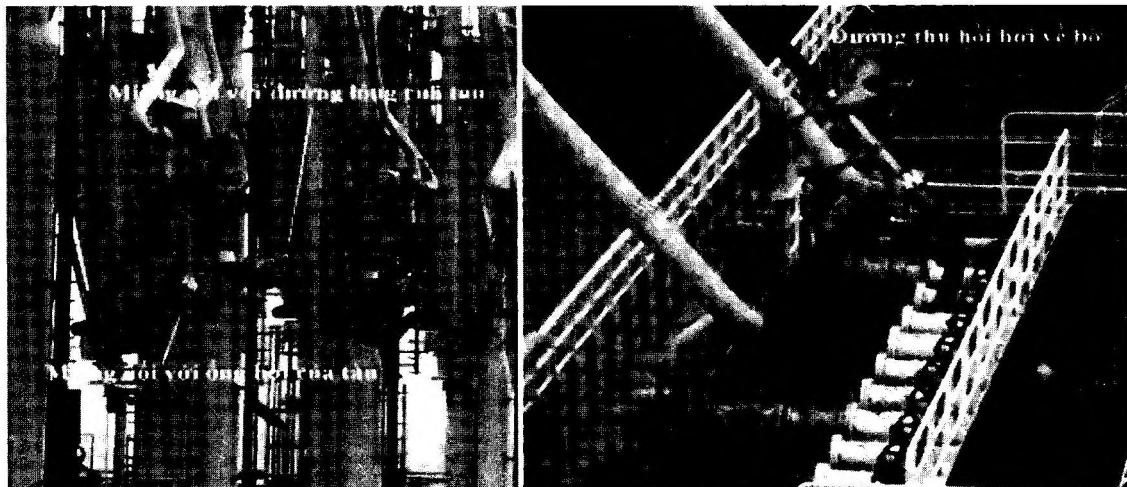


Nguồn <https://www.marinesite.info>

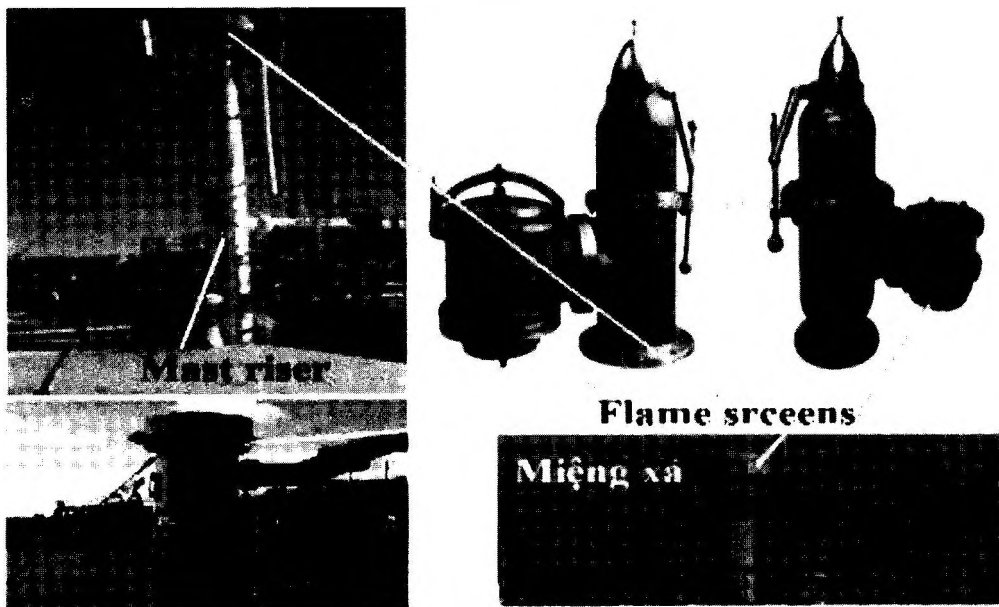
Hình 2.8: Hệ thống khí trơ

2.1.8. Hệ thống thu hồi hơi

Hệ thống này kết nối với bờ để thu lượng hỗn hợp hơi dầu trong quá trình làm hàng từ tàu để xử lý (Hình 2.9). Mục đích của hệ thống là ngăn ngừa ô nhiễm môi trường, phòng chống cháy nổ và thu lại một phần lượng hàng khi bay hơi. Tuy nhiên, hiện nay trên thế giới, chỉ có một số cảng dầu lớn mới trang bị hệ thống thu hồi hơi để kết nối với hệ thống, nhằm bảo vệ môi trường hơn là bài toán kinh tế hóa lỏng một phần lượng hơi dầu đã hóa hơi cùng hỗn hợp khí bay hơi khỏi hầm hàng bởi đầu tư công nghệ, thiết bị xử hơi này rất tốn kém.



Hình 2.9: Hệ thống thu hồi hơi



Hình 2.10: Lưới ngăn chặn tàn lửa

2.1.9. Lưới ngăn chặn tàn lửa (Flame screens)

Tất cả các cửa (miệng) hút của thiết bị trong hệ thống thông hơi theo qui định phải được trang bị lưới chặn tàn lửa (Hình 2.10), mục đích chính là ngăn chặn tàn lửa bên ngoài đi vào không gian bên trong hệ thống đường ống thông hơi và vào hầm hàng khi có áp suất âm nhằm hạn chế nguy cơ cháy nổ. Riêng đối với trụ thông hơi và van thông hơi tự vỡ là cửa xả với cửa hút là một, nên khi vận hành phải thường xuyên kiểm tra do lưới lọc dễ bị tắc bởi các tạp chất theo hơi dầu bám lại, sẽ ngăn cản lưu dòng đi qua nó, ảnh hưởng đến quá trình làm hàng. Các lưới chặn tàn lửa của hệ thống thông hơi cũng phải thiết kế theo quy định như lưới lớp đơn 30 lỗ cho diện tích 25,4 x 25,4 mm, nếu lắp 2 lớp lưới thì mỗi lớp 20 lỗ cho diện tích 25,4 x 25,4 mm.

Đối với van thở tốc độ cao cửa xả áp suất dương không cần lưới là vì nó xu hướng xả ra ngoài và được thiết kế tốc độ dòng khí xả phải lớn hơn 30 m/s, điều đó đồng nghĩa với việc khả năng dập lửa tại vị trí miệng xả ngăn không cho lửa đi vào hầm hàng cũng như phân tán hơi dầu ra môi trường.



**2.2. Mối liên hệ giữa các thiết bị trong hệ thống thông hơi**

Theo qui định của Solas II-2/11.6.3.2 đối với yêu cầu trang bị hệ thống thông hơi dự phòng, hệ thống thông hơi trên tàu dầu phải lắp đặt hệ thống thông hơi chính (hay còn gọi là sơ cấp - Primary venting) và hệ thống thông hơi phụ (hay gọi thứ cấp - Secondary venting). Hệ thống thứ cấp nhằm mục đích để dự phòng khi hệ thống sơ cấp không làm việc.

**2.2.1. Hệ thống thông hơi sơ cấp**

Thông thường, hệ thống này là van tự động cân bằng áp suất hoặc van thở tốc độ cao (ưu tiên cho thiết bị lắp đặt tại hầm hàng).

**2.2.2. Hệ thống thông hơi thứ cấp**

Hệ thống này thường là cảm biến áp suất. Nếu tàu không trang bị cảm biến áp suất thì mỗi hầm lắp thêm một van tự động cân bằng áp suất hoặc van thở tốc độ cao cũng được coi là nhóm thứ cấp. Ngoài ra, van tự vỡ cũng được coi là van thứ cấp, tuy nhiên những tàu đóng sau ngày 01/01/2017 thì van này không được xem là thứ cấp.

Áp suất làm việc của nhóm thứ cấp phải cao hơn 10% đối với áp suất dương và thấp hơn 10% với áp suất âm của nhóm sơ cấp. Trong quá trình áp suất thay đổi, nhưng các thiết bị thông hơi chính không làm việc, khi đến một giá trị vượt quá ngưỡng, cảm biến áp suất sẽ báo động tại buồng điều khiển làm hàng, khi đó thuyền viên tàu có thể đến mở trực tiếp bằng tay tại vị trí van để giải phóng quá áp.

**2.2.3. Giá trị áp suất làm việc trong từng trường hợp**

Giả sử nhóm sơ cấp (van tự cân bằng áp suất hoặc van thở tốc độ cao) có áp suất làm việc:

- Áp suất dương 0,140 kgf/cm<sup>2</sup>;
- Áp suất âm -0,035 kgf/cm<sup>2</sup>.

*\* Không có hệ thống khí trợ:*

Áp suất cài đặt cho nhóm thứ cấp (cảm biến báo động áp suất):

- Báo động áp suất dương:  
0,140 + 0,014 = 0,154 kgf/cm<sup>2</sup>.

- Báo động áp suất âm:  
-0,035 + (-0,0035) = -0,0385 kgf/cm<sup>2</sup>.

*\* Có hệ thống khí trợ:*

- Báo động áp suất dương:  
0,140 + 0,014 = 0,154 kgf/cm<sup>2</sup>.

- Đối với tàu có lắp đặt hệ thống khí trợ, cảm biến báo động áp suất thấp thường chỉ cài đặt duy trì ở mức 0,01 kgf/cm<sup>2</sup>. Vì đã có hệ thống khí trợ luôn duy trì áp suất dương nhằm mục đích không cho oxy vào trong hầm hàng vượt ngưỡng cháy nổ.

*\* Có thu hồi hơi:*

Với trường hợp này thì áp suất thứ cấp thấp hơn 10% đối với áp suất dương và cao hơn 10% đối với áp suất âm với mục đích không cho hơi dầu xả ra môi trường khi các van bảo vệ quá áp làm việc.

*\* Không có hệ thống khí trợ:*

- Báo động áp suất dương:  
0,140 - 0,014 = 0,126 kgf/cm<sup>2</sup>.

- Báo động áp suất âm:  
-0,035 - (-0,0035) = -0,0315 kgf/cm<sup>2</sup>.

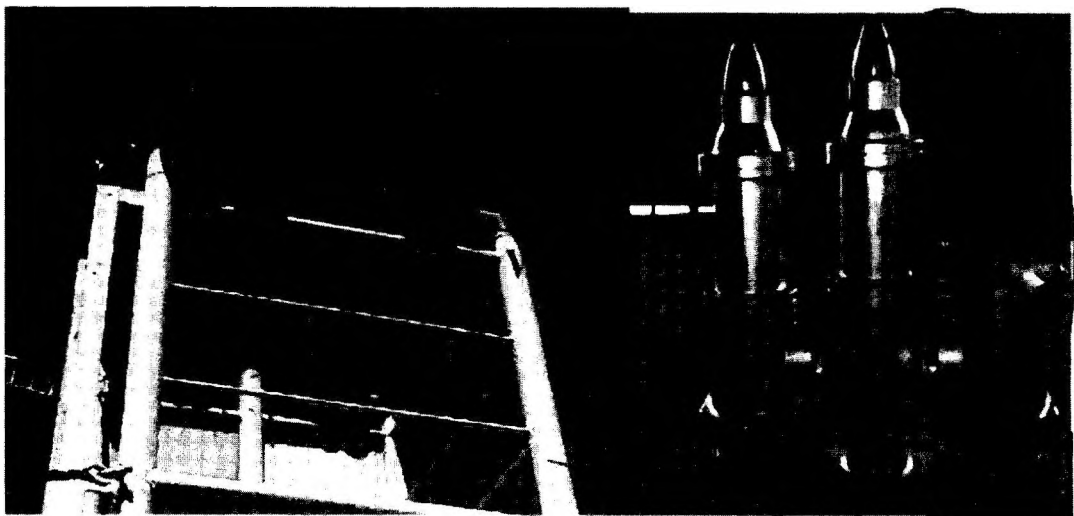
hoặc một số tàu thường cài đặt ở giá trị -0,02 kgf/cm<sup>2</sup>.

*\* Có hệ thống khí trợ thì:*

- Báo động áp suất dương:  
0,140 - 0,014 = 0,126 kgf/cm<sup>2</sup>;
- Báo động áp suất thấp: 0,01 kgf/cm<sup>2</sup>.

Trong trường hợp tàu không trang bị cảm biến áp suất mà van tự cân bằng áp suất hoặc van thở tốc độ cao làm thứ cấp đồng nghĩa với việc mỗi hầm hàng có hai nhóm (Hình 2.11), giá trị áp suất làm việc hai nhóm này tương đương nhau:

- Nhóm van sơ cấp (van thở tốc độ cao số 1):  
+ Áp suất dương 0,140 kgf/cm<sup>2</sup>;  
+ Áp suất âm -0,035 kgf/cm<sup>2</sup>.
- Nhóm van thứ cấp (van thở tốc độ cao số 2)  
+ Áp suất dương 0,140 kgf/cm<sup>2</sup>;  
+ Áp suất âm -0,035 kgf/cm<sup>2</sup>.



Nối với đường ống trên đỉnh hầm hàng (đường ống thông hơi)

Hình 2.11: Cụm thứ cấp là van tự động cân bằng áp suất hoặc van thở tốc độ cao

### 3. KẾT LUẬN VÀ ÁP DỤNG THỰC TIỄN

Tàu chở dầu với hàng hóa chuyên chở là loại hàng có rủi ro về an toàn và ô nhiễm rất cao, rất nhiều luật, quy định của quốc gia và thế giới đặc biệt lưu ý đến loại tàu này. Hệ thống thông hơi hầm hàng là một phần quan trọng trên tàu dầu đã được quan tâm đặc biệt trong giảng dạy tại các trường đào tạo và các công ty quản lý tàu.

Rủi ro liên quan đến hư hỏng kết cấu tàu, rò rỉ khí cháy và khí độc, rủi ro cháy nổ, rủi ro ô nhiễm là những rủi ro có thể liệt kê liên quan đến vận hành hệ thống thông hơi hầm hàng trên tàu dầu mà các thành phần chính, thiết bị chính cấu tạo nên hệ thống đã được nêu phía trên của bài báo này.

Theo thống kê của Tổ chức OCIMF (Diễn đàn Quốc tế các công ty dầu mỏ), thực tế các sự cố xảy ra mà nguyên nhân liên quan đến yếu tố con người là chủ yếu và qua đó cho thấy rằng, yếu tố con người là rất quan trọng trong việc kiểm soát các sự cố.

Như tiêu chí bài báo này, mục đích để cho người đọc hiểu rõ cấu tạo và hoạt động của các thiết bị được lắp đặt trên mỗi tàu dầu, qua đó hiểu rõ phương thức hoạt động để có thể sử dụng, vận hành hệ thống thông hơi hầm hàng trên tàu dầu một cách hiệu quả, an toàn và phòng ngừa ô nhiễm, cụ thể như sau:

- Hiểu rõ các định nghĩa của các loại thiết bị được lắp đặt trên hệ thống thông hơi hầm hàng cho mỗi loại tàu;
- Hiểu thêm về cấu tạo và hoạt động của hệ thống thông hơi lắp đặt trên mỗi loại tàu dầu;
- Hiểu được nguyên lý, quy định về cài đặt các thiết bị để vận hành đúng cách, an toàn và hiệu quả các thiết bị lắp đặt trên hệ thống thông hơi và toàn bộ hệ thống;
- Hiểu hệ thống thông hơi hầm hàng trên tàu dầu để có thể quản lý, điều chỉnh lượng hàng xếp/ dỡ phù hợp với hệ thống thông hơi, đảm bảo an toàn kết cấu tàu;
- Hiểu về ý nghĩa của hệ thống trong việc ngăn ngừa ô nhiễm đối với yêu cầu lắp đặt hệ thống và thu hồi hơi;
- Hiểu được quy trình hoạt động/vận hành làm hàng kín với hệ thống thông hơi hầm hàng được lắp đặt trên mỗi loại tàu dầu đảm bảo an toàn, ngăn ngừa rủi ro cháy nổ và ô nhiễm môi trường.

Do đó, để đảm bảo cho một tàu dầu làm hàng kín hiệu quả hơi dầu thoát ra môi trường phải thông qua trụ thông hơi hoặc van thở tốc độ cao hoặc hệ thống thu hồi hơi về bờ. Ngoài bắt buộc phải trang bị đầy đủ các thiết bị cho hệ thống thông hơi theo qui định và được chia ra 2 nhóm thông hơi (sơ cấp và thứ cấp), mỗi hầm hàng còn phải lắp đặt ống đo kín (vapour lock), cảm biến cảnh báo mức cao 95%, 98% và thiết bị cầm tay để phục vụ công tác như lấy mẫu và đo hàng kín (thước UTI) cho quá trình làm hàng kín;

- Các thông số áp suất, lưu lượng, phần trăm oxy... phải tuân thủ theo Sổ tay vận hành cũng như qui định. Giá trị áp suất làm việc phải được đánh dấu, niêm yết tại nơi lắp đặt thiết bị và vị trí ở phòng điều khiển làm hàng;

- Để thu hồi hơi từ tàu về bờ thì tàu phải thiết kế hệ thống thu hồi hơi theo tiêu chuẩn và trên bờ phải có hệ thống kết nối với tàu;

- Tùy vào chất lỏng vận chuyển mà chúng ta có thể lắp

đặt thiết bị có giá trị làm việc khác nhau phù hợp với chất lỏng vận chuyển;

- Hệ thống thông hơi rất quan trọng cho những tàu vận chuyển chất lỏng dễ bay hơi, nó có thể làm biến dạng hầm hàng hoặc đường ống. Do vậy, thuyền viên tàu phải kiểm tra trạng thái các van trước khi làm hàng, đảm bảo các thiết bị hoạt động tốt, tránh trường hợp van bị kẹt, các van cách ly ở trạng thái chưa phù hợp, thiếu hoặc dư chất lỏng trong van thông hơi tự vỡ, hay khí gas rò rỉ qua cửa cân bằng áp suất âm... Ngoài ra, phải thực hiện kiểm tra định kỳ và bảo dưỡng theo qui định.

#### Tài liệu tham khảo

[1]. Diễn đàn Quốc tế các công ty dầu mỏ (OCIMF), *Vessel inspection questionnaires for oil tankers, combination carriers, shuttle tankers, chemical tankers and gas tankers, seventh edition (VIQ7)*.

[2]. Tổ chức Hàng hải quốc tế (IMO), *Công ước Quốc tế về ngăn ngừa ô nhiễm do tàu biển gây ra 73/78 (MARPOL 73/78)*.

[3]. Tổ chức Hàng hải quốc tế (IMO), *Công ước Quốc tế về an toàn sinh mạng con người trên biển (SOLAS)*.

[4]. IACS, *Common structural rule for bulk carriers and oil tankers*.

[5]. ICS, OCIMF, *International safety guide for oil tankers and terminals (ISGOTT)*

[6]. IMO, *Nghị quyết MSC.1/Circ 1324*.

[7]. OCIMF, *Volatile organic compound emissions from cargo systems on oil tanker*.

**Ngày nhận bài: 13/12/2021**

**Ngày chấp nhận đăng: 27/12/2021**

**Người phản biện: TS. Nguyễn Thái Dương**