

NGHIÊN CỨU SỰ MÒN HỒNG MÁY BƠM LY TÂM KHI VẬN CHUYỂN DÒNG HỖN HỢP HAI PHA RẮN - LỎNG TRONG KHAI THÁC VÀ CHẾ BIẾN KHOÁNG SẢN VÙNG QUẢNG NINH

*ThS. Lê Quý Chiến - Phòng Khảo thí
ThS. Bùi Thanh Nhu - Khoa Điện*

1. Đặt vấn đề

Ở Việt Nam và vùng than Quảng Ninh máy bơm ly tâm được sử dụng rất rộng rãi trong nhiều lĩnh vực khác nhau như: khai thác, vận chuyển, chế biến khoáng sản; bơm cát trong xây dựng; nạo vét các dòng sông, bến cảng, bơm thải xỉ than trong nhà máy nhiệt điện; bơm thoát nước ở các hố khoan, ... Đặc điểm chung của máy bơm ly tâm sử dụng ở các lĩnh vực nói trên là bơm dòng hỗn hợp hai pha rắn - lỏng. Do máy bơm phải vận chuyển dòng hỗn hợp có chứa nhiều loại hạt rắn với các tính chất khác nhau, nên chúng bị mòn hồng rất nhanh chóng. Tình trạng này đã gây cho các đơn vị sử dụng nhiều khó khăn về sản xuất và góp phần làm tăng giá thành sản phẩm. Vì vậy, việc nghiên cứu những nguyên nhân và quy luật mòn hồng máy bơm dòng hỗn hợp hai pha rắn - lỏng để tìm ra phương hướng và biện pháp nâng cao độ bền mòn cho chúng là việc làm cần thiết, góp phần tăng năng suất, tăng tuổi thọ của chi tiết và máy bơm. Trong bài báo này, tác giả đề cập đến sự mòn hồng máy bơm ly tâm dùng để vận chuyển dòng hỗn hợp hai pha rắn - lỏng (bơm bùn) sử dụng ở các mỏ và nhà máy tuyển phục vụ khai thác vùng Quảng Ninh.

2. Nội dung nghiên cứu

2.1. Các dạng mòn hồng của máy bơm ly tâm dòng hỗn hợp hai pha rắn - lỏng

Qua quá trình khảo sát ở một số đơn vị sử dụng bơm ly tâm, ta có thể thấy các dạng mòn hồng và tuổi thọ của chúng như sau.

- *Công ty than Hà Tu - vinacomin* là mỏ khai thác than bằng công nghệ khai thác lộ thiên. Hiện nay, Công ty đang thực hiện khai thác ở mức -135m, do vậy khối lượng nước chứa tại các moong khai thác là rất lớn, nhất là vào mùa mưa. Để đảm bảo cho việc khai thác, Công ty sử dụng một số lượng bơm tương đối lớn để bơm thoát nước moong. Tuy nhiên các bơm sử dụng tại đây có đặc điểm là mòn hồng rất nhanh. Tuổi thọ bình quân các bơm ở đây khoảng 750 giờ đến 1500 giờ. Chúng loại bơm sử dụng ở đây tương đối đa dạng và năng suất của nó đến hàng trăm, hàng nghìn m^3/h .

- *Công ty Than Cọc Sáu - vinacomin* Đây là 1 trong 5 mỏ lộ thiên lớn ở nước ta, sản lượng than nguyên khai đến 2 triệu tấn than/năm. Hiện tại, Công ty đang khai thác ở mức -132m, trong những năm tới có thể khai thác đến mức -350m. Máy bơm được sử dụng để bơm thoát nước; phục vụ công tác khai thác. Do mức thoát nước chênh tương đối lớn, từ -132 lên mức +28, nên các trạm bơm phải bố trí hai cấp. Cấp I được đặt trên phao dưới moong, cấp II đặt cố định trên các mái dốc có các vị trí chờ để nối ghép phần nổi khi nước trong moong thay đổi theo mùa mưa và mùa khô. Các bơm sử dụng tại mỏ có công suất tương đối lớn như Д 2000-100 ($2000m^3/h$); Д 1600-90 ($1600m^3/h$); Z-1800-140 ($1800m^3/h$).

- *Công ty than Hà Lâm - vinacomin* là mỏ khai thác than chủ yếu bằng công nghệ khai thác hầm lò. Hiện tại, Công ty đang khai thác tại mức -50m, trong một vài năm tới mỏ sẽ khai thác xuống sâu mức -150m. Ngoài ra Công ty cũng có một số lộ vỉa khai thác lộ thiên. Số lượng bơm ly tâm sử dụng tại Công ty là tương đối lớn, bao gồm các loại bơm, như: 4HД_B ($120 \div 180m^3/h$); LTC150; LTC300; LTS110-2B, ... Các máy bơm trên đều là loại dùng để bơm nước sạch (không có tạp chất và ăn mòn hóa học). Vì vậy, khi làm việc ở đây, tuổi thọ của chúng thấp, do môi trường làm việc khắc nghiệt (nước mỏ chứa nhiều tạp chất rắn, nước có tính axit gây ăn mòn kim loại).

- *Công ty Than Mạo Khê - vinacomin* là mỏ khai thác hầm lò, hiện nay mỏ đang khai thác ở mức -150m. Ngoài công nghệ khai thác hầm lò, Công ty còn tổ chức khai thác than dạng lộ vỉa. Số lượng bơm ly tâm phục vụ cho công tác khai thác than của mỏ là tương đối lớn và có năng suất lớn ($Q = 1250m^3/h$). Qua quá trình khảo sát, Công ty than Mạo Khê đang tồn đọng một số lượng bơm hồng tương đối lớn và đa dạng về chủng loại. Các loại bơm ly tâm ở đây chủ yếu là bơm thoát nước và một số loại bơm bùn.

Số lượng bơm hồng đang tồn đọng tại kho của Công ty sẽ còn gia tăng. Bởi vì ngoài số lượng bơm tương đối lớn phục vụ công tác khai thác than, Công ty còn đang sử dụng dây chuyền tuyển nâng

cao chất lượng than, với số lượng không nhỏ. Qua việc khảo sát, tuổi thọ của bơm dùng tại đây là rất thấp: khoảng 350 giờ đến 750 giờ.



Hình 1. Bơm LT-1250m³/h tại kho của Công ty Than Mạo Khê - vinacomin

- Công ty tuyển Than Cửa Ông - vinacomin là đơn vị sàng tuyển, chế biến than lớn nhất ở nước ta, có công suất đến 11 triệu tấn/ năm. Trong các dây chuyền tuyển than, đặc biệt là công nghệ tuyển bằng huyền phù đã sử dụng một số lượng lớn bơm ly tâm dùng để bơm hỗn hợp tuyển. Đặc điểm của hỗn hợp huyền phù và than có chứa các hạt cứng nồng độ cao, kích thước hạt phức tạp, khối lượng hạt lớn. Sự mòn hỏng của bơm chủ yếu là mòn bánh công tác, vị trí mòn tập trung ở cánh bơm và đĩa trước. Vỏ bơm mòn chậm hơn.

- Một số lĩnh vực khác: Hiện nay, việc khai thác cát trên các dòng sông là tương đối phổ biến, ở đây đã sử dụng các bơm ly tâm để hút cát dưới lòng sông, bơm trực tiếp lên thuyền hoặc lên các bãi chứa. Dòng hỗn hợp được bơm ở đây chủ yếu gồm cát và nước. Các bơm ly tâm sử dụng trong lĩnh vực này cũng mòn hỏng rất nhanh.

Ngoài ra, một số lượng lớn bơm ly tâm cũng được sử dụng vào phục vụ ngành xây dựng. Nó dùng để hút nước và bùn tại các hố khoan lớn. Các bơm sử dụng trong lĩnh vực này cũng có chung đặc điểm là mòn hỏng rất nhanh.

*** Một số hình ảnh các dạng mòn hỏng bánh công tác và thân bơm.**



Hình 2. Cánh bơm 160m³/h tại mỏ Hà Tu (đã mòn hỏng và đang hàn đắp lại)



Hình 3. Cánh bơm 650m³/h tại mỏ Hà Tu bị mòn ở lõi vào của cánh dẫn



Hình 4. Thân bơm 630m³/h bị



Hình 5. Bánh công tác máy bơm 30m³/h tại



**Hình 6. Thân bơm bùn LT8-250
bị thủng tại mỏ Mạo Khê**



**Hình 7. Thân bơm ly tâm bị thủng
(đã hàn đắp) tại mỏ Mạo Khê**

2.2. Nhận xét về tình trạng mòn hỏng máy bơm li tâm dòng hỗn hợp hai pha rắn - lỏng

Máy bơm ly tâm phục vụ công tác khai thác mỏ, thoát nước moong tại các mỏ lộ thiên, lộ vỉa và nước ngầm khi khai thác hầm lò, ở các nhà máy tuyển, khai thác cát tại các dòng sông, bơm thoát nước tại các hồ khoan, ... ở Việt Nam và vùng than Quảng Ninh có tuổi thọ thấp, các dạng mòn hỏng các chi tiết của bơm rất đa dạng. Tuy nhiên, bài báo chỉ giới hạn nghiên cứu một số dạng mòn hỏng của một số chi tiết sau:

a. Bánh công tác

- Mặt trước các cánh bơm trong bánh công tác bị rỗ, mòn, thủng, trên bề mặt có nhiều vết xước, cường độ mòn chủ yếu ở mép đầu vào và mép ra của cánh.

- Đĩa phía trước (ở cửa vào) bánh công tác, có hiện tượng vỡ (hình 3)

- Ở phần đĩa trước và đĩa sau bánh công tác cũng bị mòn, tuy nhiên độ mòn ít hơn cánh dẫn.

- Một bánh công tác bị mòn gần như hoàn toàn cả cánh dẫn, đĩa trước và đĩa sau (hình 5).

b. Thân bơm (vỏ xoắn ốc)

Đây là chi tiết lớn nhất, thân được chia làm hai nửa, mỗi nửa đều chứa buồng hút, buồng xả. Toàn bộ bề mặt trong (rãnh xoắn ốc) đều tiếp xúc với chất lỏng, chịu áp suất cao và chịu mài mòn cơ học và hóa học.

- Dạng mòn hỏng thường là rỗ, nứt trên diện rộng, vùng mòn tập trung ở vùng cửa ra và vùng lưỡi chắn. Còn các vị trí khác mòn tương đối đều, tuy nhiên mức độ mòn ít hơn.

2.3. Phân tích hiện tượng và nguyên nhân mòn hỏng máy bơm

Qua việc khảo sát và phân tích hiện tượng mòn hỏng các máy bơm ly tâm sử dụng ở Việt Nam, có thể thấy rằng nguyên nhân chủ yếu làm mòn hỏng bánh công tác và vỏ xoắn ốc là do chuyển động tương đối của các hạt rắn đến va đập hoặc trượt trên bề mặt cánh dẫn và vỏ xoắn ốc. Trong đó, một số hạt chuyển động đến va đập, bật nảy nhiều lần vào bề mặt cánh dẫn, vỏ xoắn ốc gây ra hiện tượng nứt vỡ. Một số hạt khác trượt và cọ sát trên bề mặt cánh dẫn, vỏ xoắn ốc cắt xén, mài mòn bề mặt vật liệu cấu tạo chi tiết. Kết hợp giữa hai chuyển động va đập và cọ sát, làm quá trình mài mòn diễn ra nhanh hơn.

Đối với loại máy bơm ly tâm 2 miệng hút, một cấp, chúng có đường kính ngoài khoảng (600 ÷ 700mm), tốc độ quay $n = 1460$ vg/ph, vận tốc vòng tại mép ra bánh công tác của dòng hai pha rắn - lỏng bằng:

$$u = \frac{\pi R n}{30} = \frac{3,14(0,3 \div 0,35)1460}{30} = (46 \div 53)m/s;$$

(R - bán kính ngoài của bánh công tác) với vận tốc vòng này sẽ làm lực ly tâm lớn; nên động năng của dòng hai pha rắn - lỏng là rất lớn. Chính vì vậy tại mép ra các lá cánh, hai đĩa của bánh công tác thường bị bào mòn rất nhanh. Tại mép vào, áp suất thấp và khi dòng hỗn hợp bắt đầu vào bánh công tác, dòng chảy bị đổi hướng, từ hướng trục sang hướng kính và tách ra theo máng dẫn bánh công tác, nên lá cánh thường bị các hạt rắn bắn phá gây rỗ nứt, mài mòn nhanh hơn.

Ở máng xoắn của vỏ, do nước và hạt rắn có trọng lượng riêng khác nhau lên quỹ đạo chuyển động pha rắn và pha nước không trùng nhau. Vì vậy, các hạt rắn sau khi ra khỏi bánh công tác sẽ chuyển động đến va đập vào thành chu vi của vỏ. Theo chiều chuyển động của dòng chảy mang hạt, càng ra phía ngoài, số lượng các hạt va đập và trượt càng lớn. Các hạt có kích thước và khối lượng lớn đến va đập trước, còn các hạt nhỏ

sẽ va đập chậm hơn. Tại vị trí mép ra vỏ xoắn, quỹ đạo của dòng chảy bị đổi hướng, nên các hạt va đập vào thành vỏ nhiều nhất, vì vậy tại vùng này cường độ mòn nhanh hơn.

Ngoài ra còn một số nguyên nhân khác gây ra mòn hỏng các máy bơm ly tâm, như việc lựa chọn máy bơm không phù hợp với điều kiện và môi trường làm việc; Chế độ làm việc sai lệch với chế độ định mức của máy bơm. Một số trường hợp có thể xảy ra hiện tượng xâm thực, ăn mòn hóa học của dòng hỗn hợp (đặc biệt là các bơm mỏ) tác động thêm vào, cộng với quá trình mài mòn cơ học sẽ thúc đẩy nhanh hơn quá trình mòn hỏng bơm.

2.4. Một số giải pháp khắc phục theo dạng mòn hỏng máy bơm

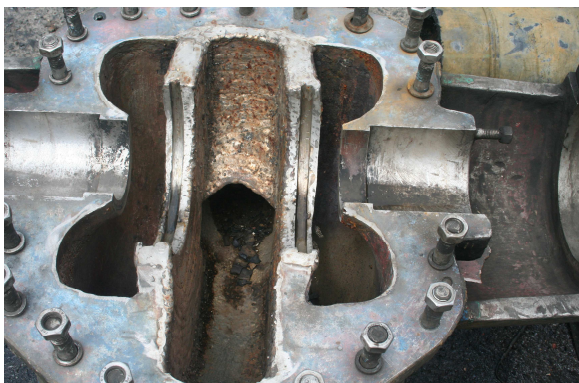
Do đặc điểm của dòng mang hạt rắn rất phức tạp và đa dạng, phụ thuộc vào nhiều yếu tố (kích thước, nồng độ, khối lượng riêng, độ rắn chắc) của hạt rắn trong dòng chảy, nên mức độ và vị trí mòn hỏng rất đa dạng. Tùy theo từng mức độ và vị trí bị mòn mà đưa ra các biện pháp khắc phục, nhằm kéo dài thêm thời gian sử dụng bơm, do đó sẽ mang lại hiệu quả kinh tế.

- Đối với bánh công tác trong quá trình làm việc, có dạng mòn hỏng ở mép ra và mép vào của cánh dẫn. Tùy theo mức độ mòn, có thể hàn đắp thêm một lớp kim loại (hình 2) làm tăng thời gian sử dụng. Tuy nhiên, biện pháp này chỉ mang ý nghĩa giải pháp tạm thời, vì nó chỉ áp dụng cho những bánh công tác có chiều dày lớn, số lượng cánh dẫn ít. Tại vị trí mòn, chiều dày lớp kim loại cho phép hàn đắp, sau khi hàn tại bề mặt hàn đắp có độ nhám rất cao và áp dụng cho những bánh công tác có vị trí mòn cục bộ, thuận lợi cho việc hàn đắp.

- Việc hàn đắp còn áp dụng đối với thân bơm. Trong vỏ xoắn ốc, khi vị trí bị bào mòn chủ yếu tập trung vào thành chu vi của vỏ (hình 8). Đối với một số trường hợp gây mòn thủng thân bơm việc hàn được tiến hành hàn ở bên ngoài thân bơm như (hình 7).

- Một số giải pháp khác:

+ Đối với các bơm huyền phù thông thường các thân bơm và bánh công tác người ta chế tạo dày lên, để kéo dài thời gian mòn hỏng.



Hình 8. Thân bơm 630m³/h được hàn đắp phục hồi

+ Trường hợp khác: Bánh công tác người ta mạ tráng một lớp kim loại có tính chịu mài mòn cao. Tuy nhiên khi bị mòn hết lớp kim loại chịu mài mòn thì cường độ phá hủy tiếp theo diễn ra rất nhanh.

3. Nhận xét và kết luận

Từ các kết quả nghiên cứu nêu trên, ta có thể nhận thấy: Vấn đề mòn hỏng các máy bơm ly tâm sử dụng trong các lĩnh vực khai thác, các nhà máy tuyển và một số lĩnh vực khác là rất nghiêm trọng, mang tính cấp thiết hiện nay, vì vậy cần phải tiếp tục nghiên cứu và có giải pháp khắc phục. Để từ đó ta lựa chọn được máy bơm cũng như tính toán, lựa chọn các chi tiết của máy bơm đủ bền, đảm bảo cho thiết bị bơm bền làm việc theo các thông số kỹ thuật và yêu cầu đặt ra khi bơm bùn trong khai thác và chế biến khoáng sản ở vùng Quảng Ninh.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Đinh Ngọc Ái, Đặng Huy Chi, Nguyễn Phước Hoàng (1972), *Thủy lực và máy thủy lực*, Tập II, Nhà xuất bản Đại học và Trung học chuyên nghiệp, Hà Nội.
- [2]. Lê Quý Chiến, Bùi Thanh Nhu (2011), *Thủy lực và máy thủy lực*, Trường đại học Công nghiệp Quảng Ninh.
- [3]. Nguyễn Văn May, Nguyễn Như Thung (2007), *Bơm quạt máy nén khí*, Nhà xuất bản Khoa học kỹ thuật, Hà Nội.
- [4]. Vũ Nam Ngạn (1996), *Nghiên cứu sự mòn hỏng của máy bơm mỏ Việt Nam trên cơ sở dòng hai pha, phương hướng nâng cao tuổi thọ của chúng*, Luận án PTS.KHKT, Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Hà Nội.