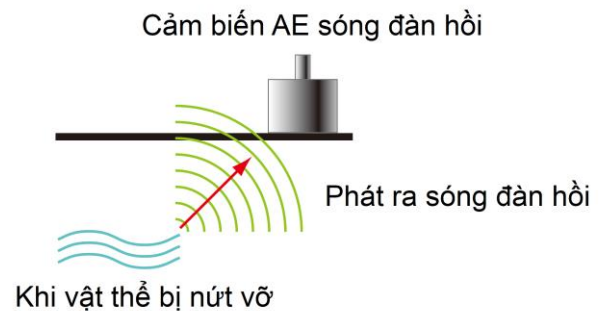


Kỹ thuật mới chẩn đoán thiết bị quay tốc độ chậm MK-560 Series

1. Giới thiệu

Trong ngành công nghiệp sản xuất, các công nghệ chẩn đoán thiết bị khác nhau để theo dõi và chẩn đoán trạng thái đang được sử dụng thực tế để bảo trì thiết bị. Trong đó phương pháp đo rung phổ biến nhất để chẩn đoán bất thường ở thiết bị máy móc quay. Hãng cũng sản xuất thiết bị và hệ thống chẩn đoán này, được áp dụng rộng rãi trong các ngành công nghiệp khác nhau và đã có thành tích được kiểm chứng. Tuy nhiên, nhìn chung khó áp dụng cho các ổ trục có tốc độ trục quay thấp (dưới 100 vòng / phút) vì khả năng phát hiện hư hỏng thấp. Mặt khác, là một trong những công nghệ hỗ trợ cho đo rung, phương pháp sóng đàn hồi AE (Acoustic Emission) đã được nghiên cứu ứng dụng, tuy nhiên, trong khi AE có độ nhạy cao, thì có vấn đề là *không có chỉ tiêu thích hợp để định lượng* trạng thái bất thường từ dạng sóng AE, vì vậy cho đến nay AE chưa được phát triển ứng dụng rộng rãi.

Công nghệ chẩn đoán mới và thiết bị gọn nhỏ nhẹ có thể xác định tình trạng hư hỏng của trục quay được mong đợi từ lâu. Ngoài ra yêu cầu giám sát tín hiệu AE ngày càng tăng do xu hướng IoT đang phổ biến nhanh chóng trong những năm gần đây. Để đáp



ứng yêu cầu JAC đã nghiên cứu và phát triển thông số AE mới (bằng sáng chế), cảm biến AE, máy chẩn đoán AE cầm tay cùng với hệ thống online mới.

2. Công nghệ AE

Sóng đàn hồi (AE) phát ra do nứt, vỡ, mòn, trượt, v.v. của một vật thể. Trong ổ trục quay tốc độ thấp, sóng đàn hồi xảy ra chủ yếu do va chạm giữa các bộ phận lăn và hư hỏng, tiếp xúc bề mặt kim loại, mài mòn và trượt.

① Giới hạn của công nghệ chẩn đoán AE thông thường

Phương pháp AE có những đặc trưng như:

- có độ nhạy cao ngay từ khi trạng thái sơ khởi (bất thường bắt đầu xảy ra)
- có thể chẩn đoán thiết bị tương tự như phương pháp đo rung: chẩn đoán đơn giản (theo dõi mức) và chẩn đoán chi tiết (phân tích dạng sóng)
- Tuy nhiên, các thông số AE truyền

thống có giới hạn là rất khó để nắm bắt mối tương quan giữa thông số với trạng thái tổn thương.

Vì tín hiệu AE có độ nhạy cao đối với sự tiến triển của vết nứt trong vật liệu, và sự trượt, ma sát, mài mòn, v.v. của bề mặt kim loại, nên được ứng dụng để giám sát tình trạng của vòng bi, trục quay tốc độ chậm, và đã thu được kết quả chẩn đoán hữu ích.

Tín hiệu AE phát sinh bao gồm thông tin (tính năng) về tổn thương của nguồn gốc nơi phát sinh như biên độ, thời lượng, tỷ lệ trùng v.v. đã được sử dụng làm thông số trích xuất định lượng.

Chúng ta có thể nhận ra ngay rằng sự tương ứng giữa các trị cụ thể và tình trạng tổn thương, thay đổi tùy theo đối tượng đo, vì vậy rất khó để đánh giá tình trạng chẩn đoán khách quan.

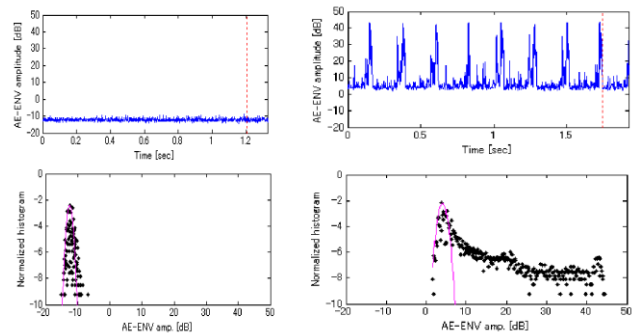
Thêm vào đó người sử dụng lại phải cài đặt mức để tách tín hiệu tổn thương ra, đưa đến vấn đề là khả năng phát hiện tổn thương và độ tin cậy của kết quả chẩn đoán phụ thuộc vào sự cài đặt của từng người sử dụng. JAC đã phát minh ra một số thông số mới để chẩn đoán tín hiệu AE và đã chứng minh tính hiệu quả.

② Thông số E_area (bằng sáng chế)

Phần trên của Hình 1 cho thấy dạng sóng AE của trục lăn ở trạng thái bình thường và khi bị hư hỏng (bong, trầy xước), vị trí đường kẻ thẳng đứng nét đứt cho thấy chu kỳ trục quay. Bình thường sóng AE ổn định ở mức rất thấp, nhưng nếu xảy ra hư hỏng, sóng AE với biên độ lớn, xuất hiện tuần hoàn liên động với trục quay (phần trên bên phải). Phần dưới của Hình 1 cho thấy phân

bố biên độ của dạng sóng AE trong điều kiện bình thường và khi bị hư hỏng. Trục tung là biểu đồ chuẩn hóa sau khi chuẩn hóa tần số thành tần số tối đa. Đường cong (đường liền nét màu hồng) là đường cong phân bố biên độ xấp xỉ của dạng sóng AE với phân bố chuẩn.

Có thể thấy rằng phân bố biên độ của ổ trục bị hư hỏng chứa nhiều thành phần AE gây ra bởi hư hỏng, do đó phân bố biên độ trở nên không đối xứng và tần số biên độ cao tăng. Tuy nhiên, có thể thấy rằng biên độ nhỏ hơn biên độ thường xuyên nhất có hình dạng giống như ở trạng thái bình thường. Nói cách khác, bất kể có hay không có sự hiện diện thành phần AE gây ra do hư hỏng, phân bố biên độ ở phía biên độ thấp hơn biên độ chuẩn hóa, được xem như xấp xỉ một đường cong phân bố ở trạng thái bình thường, và được gập lại đối xứng, phân bố biên độ này (“phân bố biên độ bình thường ảo”) của dạng sóng AE có thể thu được ở trạng thái bình thường.



Hình 1 Dạng sóng AE trong điều kiện bình thường (phần trên bên trái), khi bị hư hỏng (phần trên bên phải), phân bố biên độ và đường cong ước tính phân bố biên độ trong điều kiện bình thường (phần dưới bên trái) và khi bị hư hỏng (phần dưới bên phải)

Khi có hư hỏng, xuất hiện nhiều thành phần có biên độ cao hơn “phân bố biên độ bình thường ảo”, có thể được đánh giá là do AE tạo ra bởi có hư hỏng. Khu vực phân bố biên độ thực tế lệch ra ngoài khỏi phạm vi “phân bố biên độ bình thường ảo” này được trích xuất và định lượng là E_area .

Theo cách này, do “mức bình thường ảo” được lấy từ chính dữ liệu đo được trong tính toán E_area , người dùng không cần phải đặt ra (cài đặt) “mức nhiễu bình thường” như khi dùng các thông số AE truyền thống khác. Như vậy phương pháp này có thể chẩn đoán mà không bị phụ thuộc, ảnh hưởng của người dùng.

Ngoài ra, bằng cách xử lý khu vực trên phân bố biên độ có thể nhận ra dễ dàng bằng trước giác, và nhờ vào xử lý thống kê số lượng lớn các số liệu AE trường hợp bị hư hỏng, phương pháp này không bị ảnh hưởng bởi đối tượng đo hoặc môi trường đo.

3. Cảm biến, máy cầm tay và HT online

① Cảm biến AE

Cảm biến AE hiện có trên thị trường thường được cài đặt cố định vào bề mặt đối tượng đo bằng chất keo hoặc gắn tạm thời bằng nam châm. Tuy nhiên, không dễ để cài đặt tháo gỡ trong quá trình đại tu và còn có nguy cơ bị rơi ra, điều này gây ra trở ngại khi sử dụng trường kỳ. Do đó, JAC đã phát triển một cảm biến AE cài đặt cố định trường kỳ có tiện lợi khi lắp đặt và chịu đựng được hoàn cảnh sử dụng như cảm biến rung đang được sử dụng rộng rãi (Hình 2).

Cụ thể, JAC đã áp dụng cấu trúc lắp đai ốc

cho phương pháp gắn và tháo cảm biến AE. Đây là một phương pháp phổ biến đã được ứng dụng cho cảm biến rung trong đó một khối có ren vít được cố định vĩnh viễn vào bề mặt đối tượng đo và phần còn lại được cố định bằng đai ốc gắn vào phía cảm biến AE. Một ống linh hoạt bằng SUS để bảo vệ bảo hộ cáp cũng được gắn vào cảm biến, tạo điều kiện cho việc nối dây dễ dàng.

Các thông số cảm biến AE được trình bày trong Bảng 1.

② Máy chẩn đoán cầm tay MK-560

Thiết bị đo AE đa phần là loại cố định, có thiết bị kết nối nhiều cảm biến AE, nhưng hầu như không có thiết bị chẩn đoán cầm tay có thể dễ dàng sử dụng. Vì vậy thiết bị chẩn đoán ổ trục quay tốc độ chậm cầm tay MK-560 (Hình 2) đã được phát triển với sự tiện lợi tương tự như máy đo rung thường được sử dụng để chẩn đoán rung thiết bị có chuyển động quay.



Hình 2 Máy chẩn đoán MK-560 và cảm biến AE

Tín hiệu AE được đo bằng cảm biến cài đặt bằng nam châm, các thông số chẩn đoán bao gồm E_area được tự động tính toán và kết quả chẩn đoán được hiển thị trên màn hình. Mặc dù là một thiết bị chẩn đoán AE cầm tay nhỏ gọn nhẹ, nhưng có thể hiển thị và ghi lại dạng sóng AE đo được cùng với kết quả phân tích chu kỳ (Hình 3).



Hình 3 Các màn hình MK-560 và kết quả sử dụng phần mềm bảng tính

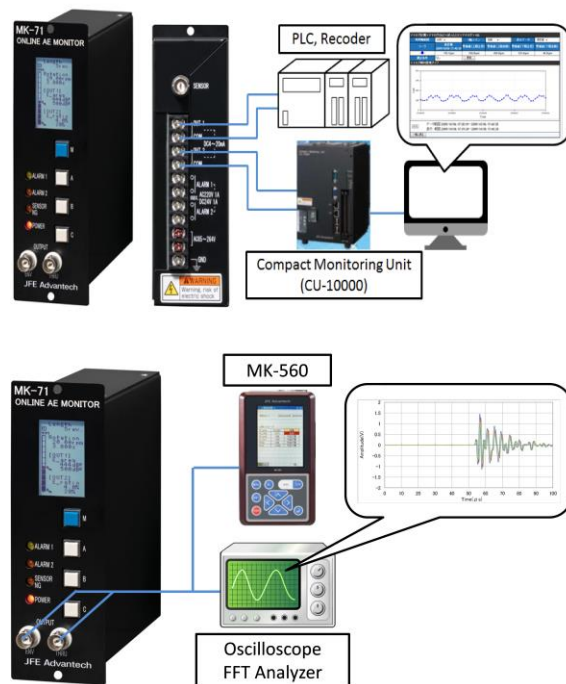
③ Hệ thống chẩn đoán AE online MK-71

JAC cũng phát triển hệ thống chẩn đoán AE MK-71 đo liên tục và đưa ra kết quả tính toán thông số AE mới đã đề cập ở trên. 7 thông số chẩn đoán được tính liên tục từ tín hiệu cảm biến AE đầu vào, và 2 loại trong số đó là đầu ra dưới dạng tín hiệu

Bảng 1 Thông số cảm biến AE

Peak sensitivity	≥ 80 dB (0 dB = 1 V/(m/s))	
Amplifier	Built-in	
Power voltage	+15 V (75 Ω)	
Power current	11.2 to 17.4 mA	
Protection class	IPX6	
Operation temperature range	-24 to 110 °C	
Weight	Approx. 135 g (Including mount block)	
Size	AE-201SF	H50 x HEX27 mm
	AE-201TF	H65 x HEX27 mm

analog (DC 4 đến 20mA), để có thể đưa vào các hệ thống khác (Hình 4). Cũng có thể đặt mức cảnh báo cho các thông số chẩn đoán khi được đánh giá là báo động, đầu ra tiếp điểm role báo động được cung cấp ở bề mặt phía sau. Bảng 2 là thông số hệ thống chẩn đoán online MK-71.



Hình 4 Cấu hình hệ thống online MK-71

Bảng 2 Thông số hệ thống chẩn đoán MK-71

Input signal		AE sensor signal 1ch
Frequency range		100 kHz to 500 kHz or 200 kHz to 500 kHz
Output signal	Rear	4 to 20 mA DC Select two types of parameters (E_area, E_ratio, E_peak, E_ave, E_sd, Peak, Ave)
	Front	AE sensor through signal Envelope signal
Alarm output		Relay contact 1a (2ch)
Operation temp. range		-10 to 60 °C (No condensation)
Power source		85 to 264 VAC, 50/60 Hz, 10 Wmax
Weight		Approx. 870 g
Size		54 x 170 x 152 mm (Excluding protrusions)

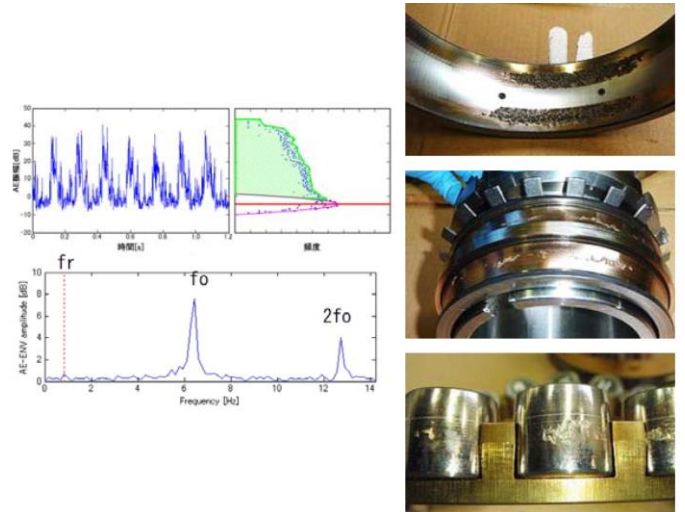
4. Thực nghiệm tại hiện trường

① Kết quả kiểm chứng dây chuyền sản xuất nhà máy thép

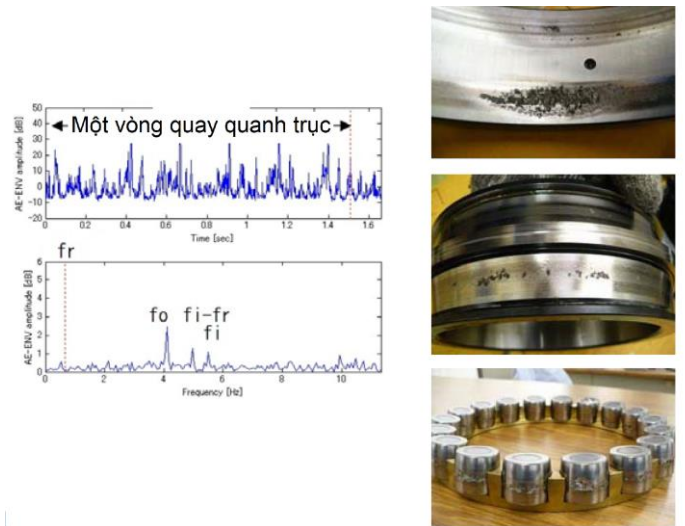
Chẩn đoán thiết bị quay tốc độ 50 rpm trong dây chuyền sản xuất nhà máy thép, Hình 5 cho thấy kết quả thiết bị quay bong tróc bề mặt vòng ngoài và dạng sóng AE và phổ đo được.

② Thang cuốn tại các nhà ga tàu điện

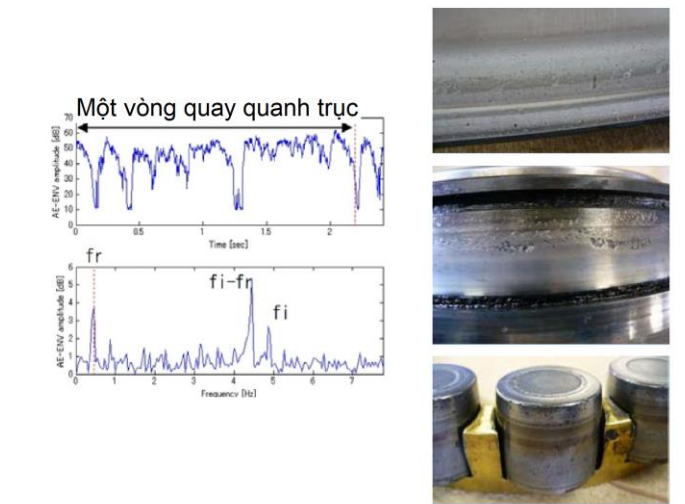
Thang cuốn được lắp đặt tại các ga đường sắt trong khu vực đô thị Tokyo hoạt động từ sáng sớm đến tối muộn và trong một môi trường rất khắc nghiệt so với các cơ sở thương mại khác. Việc dừng đột ngột xảy ra do hỏng ổ trục có ảnh hưởng lớn đến sự an toàn và di chuyển trong khuôn viên nhà ga.



Hình 5 Dạng sóng AE và hư hỏng ổ trục (50 rpm)



Hình 6 Dạng sóng AE và hư hỏng ổ trục (40 rpm)



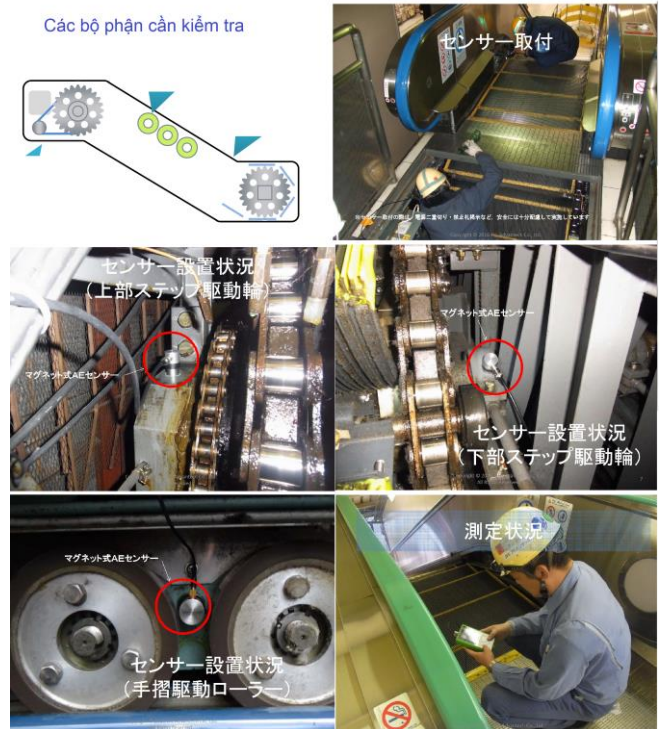
Hình 7 Dạng sóng AE và hư hỏng ổ trục (25 rpm)

Đặc biệt, ổ trục bánh xe điều khiển được đặt trong hố thang cuốn và nếu xảy ra sự cố bất ngờ do ổ trục xảy ra sẽ mất rất nhiều thời gian để phục hồi. Do ổ trục quay với tốc độ thấp 15 rpm, rất khó để theo dõi tình trạng với kiểm tra bằng giác quan hoặc bằng thiết bị chẩn đoán rung thông thường.

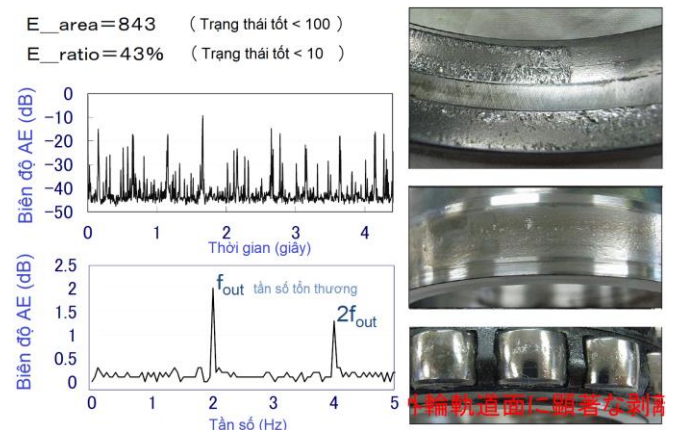
JAC đã phát triển và áp dụng phương pháp chẩn đoán ổ trục sử dụng AE cho ổ trục thang cuốn có tốc độ quay nhỏ hơn 20 rpm và ổ lăn tay vịn dưới 80 rpm, là những bộ phận quan trọng của thang cuốn và cũng là bộ phận quay tốc độ thấp. JAC hợp tác với Tập đoàn Tàu điện nghiên cứu và phát triển hệ thống chẩn đoán thang cuốn tiên tiến phòng ngừa không để xảy ra sự cố. Thiết bị chẩn đoán chuyên dụng *MK-560ES* (Hình 8) đã được phát triển, mọi hư hỏng đều có thể được phát hiện bởi thông số chẩn đoán E_area , E_sd , chứng minh tính hiệu quả của chẩn đoán AE.

JAC đã phát triển thuật toán tự động loại bỏ nhiễu ổ xích gây trở ngại chẩn đoán (chờ cấp bằng sáng chế).

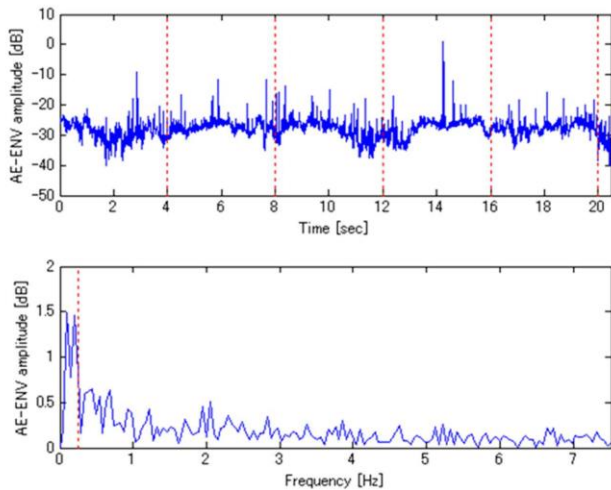
Hình 9 cho thấy dạng sóng AE khi E_area cao được đo tại ổ bánh xe thang cuốn lắp đặt tại nhà ga A, có dấu hiệu rõ ràng hư hỏng vòng ngoài trong phổ tần số. Kết quả hư hỏng (bong tróc) đã thấy được trên bề mặt vòng ngoài (Hình 9).



Hình 8 MK-560ES chẩn đoán AE thang cuốn



Hình 9 Dạng sóng AE, phổ và hình bánh xe thang cuốn hư hỏng



Hình 10 Dạng sóng AE, phổ và hình dầu mỡ thang cuốn không tốt

5. Kết luận

Bài viết đã giới thiệu nghiên cứu và phát triển thông số AE mới, cảm biến, máy chẩn đoán cầm tay cùng với hệ thống online, có thể được sử dụng không chỉ trong các ứng dụng cài đặt liên tục kết hợp vào hệ thống sản xuất như PLC mà còn mà còn có thể kết nối với các ứng dụng IoT, Cloud, Big data v.v. Công nghệ chẩn đoán này cũng được ứng dụng trong thiết bị chẩn đoán thang cuốn góp phần vào việc vận hành thang cuốn an toàn và ổn định hơn./.