ĐÁNH GIÁ ĐỘ TIN CẬY CỦA HỆ ĐỘNG LỰC TUABIN KHÍ TÀU THUỶ

Evaluation of Shipping Gas Turbine Power-Plant Reliability

PGS.TS. ĐÀO TRỌNG THẮNG,
TS. NGUYỄN TRUNG KIÊN,
ThS. TRẦN QUỐC TOẢN
Học viện Kỹ thuật Quân sự

Tóm tắt:

Bài báo đề cập đến việc đánh giá độ tin cậy của hệ thống động lực chính tàu thuỷ sử dụng động cơ tuabin khí và một số phương pháp hay được dùng hiện nay. Đây là một vấn đề mà người quản lý cũng như khai thác phải quan tâm khi động cơ tuabin khí ngày càng phổ biến hơn trên các phương tiện vận tải.

Abstract:

The paper focuses on evaluation of shipping gas turbine power-plant reliability and some popular methods for evaluating of reliability. This is a matter of concern to both managers and operators as more and more gas turbine engines are applied for means of transportation

I. Đặt vấn đề

Động cơ tua bin khí với khối lượng và kích thước nhỏ gọn so với các loại động cơ cùng công suất khác, có tính cơ động cao, công suất lớn hiện đang được ứng dụng rộng rãi trong các trạm phát điện tĩnh tại và trên các phương tiện giao thông vận tải. Từ khi xuất hiện cho đến nay, động cơ tua bin khí đã khẳng định được tính ưu việt của mình và là loại động cơ không thể thay thế trong ngành hàng không và trong lĩnh vực tàu quân sự.

Ở Việt Nam, cùng với sự phát triển của lực lượng tàu hải quân, động cơ tuabin khí đang ngày càng được sử dụng rộng rãi. Tuy nhiên cho đến nay, việc sử dụng và khai thác hệ động lực tua bin khí vẫn là một vấn đề mới mẻ ở Việt Nam.

So với hệ động lực chính kiểu diesel thì hệ động lực dùng tua bin khí có một số nét khác biệt sau:

- Về vận hành: Nếu như các đặc điểm khai thác trên tàu thủy có ảnh hưởng đến bất kỳ loại động cơ nào thì sự ảnh hưởng đó đặc biệt rõ rệt đối với động cơ tua bin khí. Nguyên nhân là do khi làm việc các chi tiết của động cơ chịu ứng suất cao, tua bin khí sử dụng một lượng không khí lớn, có thiết bị phức tạp và phải thường xuyên duy trì độ sạch cao của nhiên liệu và dầu bôi trơn. Ngoài ra, tua bin khí có thời gian vận hành không liên tục, yêu cầu người sử dụng phải tuân thủ đúng quy trình vận hành.
- Về bảo dưỡng: Với các đặc điểm về vận hành và kết cấu, động cơ tua bin khí có chế độ bảo dưỡng nghiêm ngặt nhằm tránh hư hỏng và duy trì sự sẵn sàng của hệ thống động lực. Thí dụ như phải thường xuyên làm vệ sinh rãnh lưu thông môi chất công tác của động cơ, sau mỗi phiên làm việc phải kiểm tra độ mặn và lượng nước lẫn trong dầu bôi trơn....

Ngoài các yếu tố kể trên thì điều kiện khí hậu nước ta và trình độ còn có hạn chế của đội ngũ thuỷ thủ vận hành cũng có những tác động nhất định, ảnh hưởng đến độ tin cậy và tuổi thọ của hệ động lực tua bin khí. Vì thế việc nghiên cứu để đánh giá độ tin cậy và có các biện pháp phù hợp nhằm nâng cao tuổi thọ của hệ động lực tàu thủy là một việc hết sức cần thiết, nhất là trong điều kiện kinh tế nước ta còn nghèo, nó đòi hỏi cần có sự quan tâm thỏa đáng từ phía người quản lý và sử dụng.

II. Các phương pháp đánh giá độ tin cậy của hệ động lực tàu thuỷ.

Đối với hệ động lực tàu thủy nói chung và hệ động lực tàu dùng tuabin khí nói riêng, có thể sử dụng nhiều phương pháp khác nhau [4, 5] để đánh giá độ tin cậy: phương pháp tính toán giải tích, phương pháp phân tích thống kế, các phương pháp thực nghiệm.... Dưới đây là một số phương pháp thông dụng nhất.

1/ Phương pháp lập bảng trạng thái:

Theo phương pháp này thì khi xét một hệ thống có n phần tử, mỗi phần tử sẽ có hai trạng thái: trạng thái làm việc với xác suất P_i và trạng thái hỏng với xác suất Q_i, trong đó $Q_i = 1 - P_i$. Như vậy hệ thống sẽ có $N = 2^n$ trạng thái khác nhau. Thuật toán xác định độ tin cậy theo phương pháp này như sau:

- Lần lượt ghi các trạng thái của hệ thống vào cột đầu tiên của bảng theo thứ tự tăng dần các phần tử hư hỏng k trong hệ thống (1,2,… 2^n trạng thái);
- Xác định số phần tử hư hỏng ghi ở cột thứ 2, từ 0, 1, 2,…, k,…, n;
- Xác định trạng thái (0 hoặc 1) của phần tử vào các cột tiếp theo (n cột);
- Xác định xác suất của trạng thái hệ thống vào cột tiếp theo;
- Đánh dấu hệ thống làm việc (+) hay hư hỏng (-) vào cột cuối cùng của bảng.

Để xác định độ tin cậy của hệ động lực người ta lập bảng và đánh dấu trạng thái làm việc hay hỏng hóc của các thiết bị hay hệ thống. Xác suất làm việc tin cậy của hệ thống P_{ht} bằng tổng xác suất các trạng thái làm việc đã liệt kê được: $P_{ht} = \sum P_k(+)$.

Phương pháp này có ưu điểm là cho phép lập trình tính toán xác định độ tin cậy, nhưng nhược điểm của nó là khó áp dụng đối với những hệ phức tạp nhiều phần tử vì khó xác định chính xác các trạng thái làm việc của các phần tử.

2/ Phương pháp Môntê-Cáclô (phương pháp thử nghiệm thống kê):

Đây là phương pháp đánh giá độ tin cậy của hệ thống trên cơ sở kết quả thử nghiệm về độ tin cậy của các phần tử trong hệ thống hoặc trên cơ sở thống kê hoạt động của các phần tử hệ thống. Thuật toán xác định như sau:

- Bước 1: Chuẩn bị số liệu;
- Bước 2: Xác định trạng thái làm việc của hệ thống;
- Bước 3: Xử lý trạng thái của hệ thống;
- Bước 4: Tính kết quả độ tin cậy.

Xác suất làm việc tin cậy của hệ thống P_{ht} được tính theo các định lý cộng và nhân xác suất phù hợp với điều kiện xảy ra (độc lập hay phụ thuộc) của các sự kiện ngẫu nhiên (các hư hỏng).

Phương pháp này có ưu điểm là có thể áp dụng được cho các hệ thống phức tạp, cho phép tính ảnh hưởng của các hoạt động vận hành đến độ tin cậy của hệ thống, là lựa chọn tối ưu cho các trường hợp khi thông số độ tin cậy biến thiên theo các hàm phân bố trong một miền cho trước nào đó. Nhược điểm của phương pháp này là có khối lượng tính toán lớn, độ tán xạ của kết quả rộng và khó áp dụng cho các hệ thống chưa có mô hình toán học.

3/ Phương pháp phân tích cây hư hỏng:

Đây là phương pháp sử dụng đồ thị mô tả quan hệ nhân quả giữa các dạng hư hỏng trong hệ thống, giữa hư hỏng hệ thống và các hư hỏng của các phần tử trong hệ trên cơ sở hàm lôgíc Boolean. Để xác định hư hỏng của hệ thống, ta tiến hành xem xét từ đỉnh đến các cành nhánh… để tìm ra nguyên nhân gây hư hỏng.

Thuật toán xác định độ tin cậy theo phương pháp phân tích cây hư hỏng: Để xác định độ tin cậy của hệ thống, trước hết ta xây dựng cây hư hỏng. Cây hư hỏng được xây dựng bắt đầu từ sự kiện đỉnh, đó là sự kiện hỏng của hệ thống mà người nghiên cứu cần xác định. Trên cơ sở mối quan hệ lôgíc của sự kiện đỉnh với các sự kiện khác, ta thành lập sơ đồ hình cây thông qua các sự kiện hư hỏng trung gian và các khóa lôgíc.

Sự kiện đỉnh được quyết định bởi các sự kiện trung gian. Trường hợp sự kiện đỉnh được quyết định đồng thời bởi các sự kiện trung gian thì ta dùng khóa AND và trong trường hợp chỉ cần ít nhất một trong số các sự kiện trung gian thì ta dùng khóa OR. Việc phân tích như vậy được tiến hành cho đến khi tìm ra sự kiện hư hỏng cơ bản.

Ưu điểm của phương pháp này là cho phép chỉ ra được những phần tử hư hỏng, cho phép đánh giá số lượng và chất lượng các phần tử của hệ thống trên quan điểm độ tin cậy, là một trong những phương pháp luận đầu tiên được sử dụng để xác định nguồn gốc các hư hỏng và nó cho phép đơn giản hóa quá trình xác định độ tin cậy của các hệ phức tạp. Nhưng phương pháp này chứa đựng một số nhược điểm như: Tốn nhiều thời gian và phương tiện; khi sử dụng phương pháp này đòi hỏi hàm lôgíc toán Boolean với 2 trạng thái của thiết bị là *"làm việc"* và *"hư hỏng"*, vì thế khó xác định trạng thái từng phần của các phần tử.

4/ Phương pháp lôgíc xác suất [2]:

Đây là phương pháp sử dụng mô hình toán lô gíc để mô phỏng hệ thống, sau đó đánh giá về lượng các chỉ số độ tin cậy được tiến hành trên cơ sở lôgíc toán.

Để đánh giá độ tin cậy người ta sử dụng phương pháp lôgic xác suất và thực hiện theo các bước:

- Lập sơ đồ lôgíc cấu trúc, tức là sơ đồ độ tin cậy của hệ thống. Sơ đồ cấu trúc là những mối quan hệ phản ánh độ tin cậy của hệ thống trong quá trình thực hiện những tính năng nhiệm vụ của nó. Khi thiết lập sơ đồ cấu trúc của độ tin cậy cần tính đến tất cả những điều kiện trong đó có thể xảy ra hư hỏng các thành phần riêng biệt của hệ thống;
- Xây dựng các hàm lôgíc toán ứng với sơ đồ cấu trúc của hệ thống;
- Tính xác suất làm việc của hệ thống ở các trạng thái đang xét;
- Xác định độ tin cậy của hệ thống.

Phương pháp này có ưu điểm là có thể áp dụng đối với các hệ thống có độ phức tạp bất kỳ, cho phép sử dụng các phương tiện tính toán hiện đại trong quá trình nghiên cứu độ tin cậy. Nhưng nhược điểm chính của phương pháp là không cho phép làm rõ các nguyên nhân hư hỏng, cách khắc phục chúng và chưa thể hiện được mối quan hệ nhân quả giữa hư hỏng đỉnh và các hư hỏng cơ bản.

III. Kết luận

Qua các phân tích ở trên có thể thấy rằng, việc đánh giá độ tin cậy của hệ thống động lực dùng tuabin khí trên tàu thuỷ là một việc rất cần thiết nhằm dự báo hư hỏng, có cơ sở để lập kế hoạch bảo dưỡng cũng như sửa chữa, dự trù vật tư thay thế ... Để thực hiện việc đánh giá độ tin cậy một cách chính xác, có thể sử dụng phương pháp Môntê-Cáclô, phương pháp phân tích cây hư hỏng, phương pháp lôgíc xác suất hoặc kết hợp cả ba phương pháp trên. Việc lựa chọn phương pháp phù hợp phụ thuộc vào từng trường hợp cụ thể, trong đó các số liệu về kết cấu, về các chế độ hoạt động, các thông số công tác của động cơ .... là hết sức quan trọng khi thiết lập mô hình tính toán.

TÀI LIỆU THAM KHẢO:

[1]. Nguyễn Văn Châu. *Động cơ tua bin khí tàu thủy*. Hà Nội, Học viện KTQS, 1997.

[2]. Nguyễn Vĩnh Phát. *Độ tin cậy của thiết bị năng lượng Diesel tàu thủy*. Hải Phòng, Đại học Hàng hải, 2000.

[3]. Nguyễn Trung Hải. *Đánh giá độ tin cậy của hệ thống động lực các tàu vận tải biển Việt Nam có sử dụng động cơ 6L350PN bằng phương pháp lôgíc xác suất* /Luận án tiến sĩ kỹ thuật. Nha Trang, 2005.

[4]. Смирнов О.Р., Юдицкий Ф.Л. Надежность судовых энергетических установок. Л:, Судостроение, 1974.

[5]. Акимов В.А. и др. Надежность технических систем и техногенный риск. Москва, изд-во «Деловой экпресс», 2002.

Người phản biện: TS. Lê Văn Học