

PHƯƠNG PHÁP VÀ THIẾT BỊ ĐIỀU KHIỂN ĐẢM BẢO ỔN ĐỊNH CỦA CẦN TRỤC THÁP DƯỚI SỰ TÁC ĐỘNG CỦA LUỒNG GIÓ GIẬT

Trần Đức Hiếu¹; Sorokin Pavel²

Tóm tắt: Trong bài báo này các tác giả đưa ra một phương pháp mới trong điều khiển cần trục tháp, nhằm đảm bảo sự ổn định của cần trục dưới sự tác động của tải trọng gió giật bằng cách xác định hướng của gió sẽ tác động lên cần trục, để đưa ra tín hiệu tự động điều chỉnh vị trí của cần theo hướng gió.

Summary: In this article the authors provide a new method in the control tower cranes, to ensure the stability of the tower crane under the action of the wind shock. Determine the wind direction will affect cranes, to give the signal to automatically adjust the position of the axis in the direction of the wind.

1. Mở đầu

Cần trục tháp ở mọi trạng thái (trạng thái làm việc và trạng thái không làm việc) cần phải đảm bảo ổn định. Hầu hết các tai nạn của cần trục tháp có liên quan đến sự mất ổn định. Sự mất ổn định của cần trục tháp (CTT) có thể do quá tải, lỗi kỹ thuật của kết cấu,... và do tải trọng gió gây ra.

Để đảm bảo an toàn cho CTT trong quá trình làm việc người ta sử dụng các thiết bị an toàn kiểu cơ và điện theo tiêu chuẩn an toàn về thiết bị nâng.

- + Thiết bị giới hạn hành trình di chuyển xe con, quay, nâng hạ vật, v.v...
- + Thiết bị giới hạn tải trọng nâng để chống quá tải nâng, khi tải trọng nâng vượt quá giá trị cho phép, thiết bị sẽ tự động ngắt dừng sự làm việc của động cơ cơ cấu nâng.
- + Thiết bị giới hạn mô men tải sẽ ngắt dừng toàn bộ hệ thống điều khiển khi giá trị mô men vượt quá giới hạn cho phép
- + Tốc độ gió vượt quá giá trị cho phép, trong trường hợp CTT ở trạng thái làm việc, tín hiệu từ đầu đo sẽ ra lệnh toàn bộ hệ thống cần trục không làm việc. Còn trường hợp CTT ở trạng thái không làm việc thì phần quay của CTT tự quay theo chiều gió.
- + Ngoài ra còn có nhiều biện pháp khác, tùy theo loại cần trục mà được áp dụng thêm, ví dụ như loại CTT thay đổi tầm với bằng nâng hạ cần sẽ có thêm giới hạn góc nâng hạ cần, v.v...

Trên thực tế khai thác CTT ở các vùng thường xuyên xuất hiện cơn gió giật như vùng ven biển, vùng ven sông, v.v... CTT thường bị lật đổ mặc dù các đầu đo cảm biến đã đưa ra tín hiệu dừng sự hoạt động của các cơ cấu. Các tính toán đảm bảo sự ổn định của CTT trước đây trên thế giới cũng như ở Việt Nam còn tồn tại một số vấn đề như chưa kể đến ảnh hưởng của gió một cách đầy đủ, đặc biệt chưa kể đến trường hợp gió giật. Để đảm bảo sự làm việc an toàn của CTT trong khai thác sử dụng có tác động của luồng gió giật, cần nghiên cứu tính toán đến ảnh hưởng của gió giật đến sự ổn định của cần trục, từ đó đề xuất biện pháp đảm bảo sự ổn định của CTT trong trường hợp gió giật.

¹ ThS, Khoa Cơ khí Xây dựng, Trường Đại học Xây dựng. E-mail: hieu40@gmail.com

² GS.TSKH, Trường Đại học Tổng hợp Giao thông đường sắt Matxcova.

2. Nội dung

Nguyên tắc hoạt động của hệ thống thiết bị đảm bảo an toàn cho cần trục: tín hiệu từ các thiết bị đầu đo được truyền qua bộ khuếch đại tới bộ vi xử lý, tại đây tín hiệu được xử lý và sau đó đưa ra các lệnh điều khiển truyền tới các cơ cấu dẫn động của cần trục.

Giá trị tín hiệu hiện tại mà hệ thống thiết bị nhận được vượt quá giá trị cho phép thì thiết bị sẽ ngừng hoạt động, mà chỉ cho phép thiết bị hoạt động theo xu hướng có giá trị nhỏ hơn giá trị cho phép như:

- + Thiết bị giới hạn hành trình di chuyển xe con, khi xe con đến vị trí giới hạn, tín hiệu sẽ điều khiển không cho xe con vượt qua giới hạn đó, mà chỉ cho xe con hoạt động ở trong khu vực nằm trong giới hạn đó.

- + Thiết bị giới hạn tải trọng nâng để chống quá tải nâng, khi tải trọng nâng vượt quá giá trị cho phép, thiết bị sẽ tự động ngắt dừng sự làm việc của động cơ cơ cấu nâng theo chiều nâng vật, chỉ cho động cơ cơ cấu nâng làm việc theo chiều hạ vật.

Các phương pháp bảo vệ cần trục được biết đến như các bằng sáng chế [1], [2], [3], [4], [5] đều có nhược điểm là không có khả năng xác định đặc điểm tốc độ luồng gió, không có khả năng đánh giá và dự đoán sự ổn định trong thời kỳ tác động mạnh của gió, cũng như hiệu chỉnh sớm vị trí bố trí của cần một cách tương đối với hướng của trận gió tương lai, hoặc khi tốc độ gió vượt quá trị số tới hạn, ở khối chỉ thị đưa ra thông tin thích hợp và tham gia truyền tín hiệu khẩn cấp, nhưng không có sự điều chỉnh tự động để đảm bảo ổn định của cần trục. Để khắc phục các nhược điểm trên đề tài đưa ra phương pháp điều khiển cần trục tháp, với việc điều khiển chuyển động quay của phần quay cần trục khi có gió giật.

Thiết bị đo của cần trục được thực hiện đo liên tục, trong thời gian được đo, giá trị vị trí của cần được ghi lại, tốc độ gió, hướng của gió, mômen xoắn được đo trên trục quay nhanh hộp giảm tốc cơ cấu quay và so sánh nó với giới hạn cho phép.

Nhiệm vụ giải quyết mà đề tài hướng tới là sự đảm bảo an toàn và hiệu quả khai thác cần trục được tăng lên khi làm việc ở vùng đặc tính tải trọng, xác định tiêu chuẩn độ bền các phần kết cấu của cần trục. Đảm bảo tự động điều chỉnh sự ổn định (điều chỉnh sớm vị trí bố trí của cần một cách tương đối với hướng luồng gió tương lai) trong thời kỳ chịu tác động của từng cơn gió mạnh với khả năng dự đoán của chúng.

Nội dung cơ bản của đề tài bao gồm: đo mômen xoắn trên trục quay nhanh của hộp giảm tốc cơ cấu quay, đo gia tốc của luồng gió và dự đoán hướng của chúng, phụ thuộc vào giá trị tín hiệu nhận được mà cần trục tự động quay cần về phía có hệ số dự trữ ổn định lớn.

Thiết bị để thực hiện phương pháp điều khiển đảm bảo ổn định của cần trục bao gồm máy tính, thiết bị ghi bên ngoài, khối chấp hành, cảm biến các thông số của cần trục, khối chỉ báo, khối kiểm soát với thuật toán điều khiển logic mờ, và thiết bị điều khiển cơ cấu quay.

Trên hình 1 chỉ ra sơ đồ thiết bị điều khiển đảm bảo ổn định của cần trục dưới sự tác động của luồng gió giật gồm: khối kiểm soát 1, cảm biến tốc độ gió 2, cảm biến hướng của luồng gió 3, cảm biến vị trí cần 4, cảm biến mômen xoắn 5, máy tính 6, thiết bị điều khiển 7, cảm biến tải trọng 8, bộ hạn chế mômen động lực 9, khối chỉ báo 10, khối chấp hành 11, thiết bị ghi bên ngoài 12.

Phương pháp điều khiển ổn định cần trục tháp ở trạng thái làm việc bao gồm: trong quá trình cần trục làm việc quá tải trọng nâng, tín hiệu từ cảm biến tải trọng 8 và thiết bị giới hạn mômen động lực 9 được đưa tới đầu vào của máy tính 6, sau đó chúng được xử lý theo phương pháp tính toán mô hình toán học với các thông số số liệu. Theo tính toán của máy tính

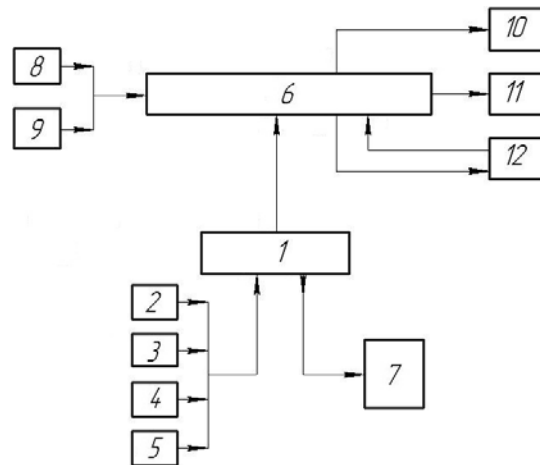
6 kết quả tính toán sẽ tạo thành tín hiệu đưa ra ở đầu ra của thiết bị ghi bên ngoài 12, ở đây tiến hành ghi, và ở đầu vào của khối chỉ báo 10 để đưa ra thông tin về trạng thái của tải trọng. Trong trường hợp quá tải máy tính 6 sẽ tạo thành tín hiệu bổ sung thêm ở đầu vào của khối chấp hành 11, mà kết quả được tiến hành ngắt mạch ở cơ cấu chấp hành làm việc. Như vậy, hệ thống kiểm soát tải trọng hoạt động.

Song song với hệ thống kiểm soát tải trọng nâng, là hệ thống kiểm soát tải trọng gió. Tín hiệu của cảm biến tốc độ gió 2 đưa đến khối kiểm soát 1. Chương trình phân tích giá trị số liệu của thông số và tạo thành tín hiệu ở đầu ra của máy tính 6 về các thông số của tải trọng gió. Tín hiệu nhận được của máy tính 6 với khối kiểm soát 1 được truyền sang ở đầu ra thiết bị ghi bên ngoài 12 để ghi và ở đầu vào khối chỉ báo 10 phản ánh các thông số của tải trọng gió.

Khi tốc độ gió tăng lên gần tới trị số tới hạn, tín hiệu của cảm biến hướng gió 3 và cảm biến vị trí cần 4 được đưa ra ở đầu vào của khối kiểm soát 1 và theo chỉ định của cảm biến tính toán góc tác động của luồng gió. Khối kiểm soát 1 sử dụng chương trình phân tích số liệu nhận được ở trạng thái làm việc của cần trục, và trong trường hợp có thể cho phép giá trị dự trữ ổn định tạo thành tín hiệu ở đầu vào của máy tính 6. Máy tính 6 nhận tín hiệu ở đầu vào thiết bị ghi bên ngoài 12, được tiến hành ghi giá trị tốc độ gió hiện tại và các số liệu, nhận được kết quả phân tích, và truyền sang ở đầu vào khối chỉ báo 10, sẽ đưa ra thông tin phù hợp.

Tốc độ gió tăng dẫn đến sự giảm bớt hệ số dự trữ ổn định, khối kiểm soát 1 với chương trình phân tích số liệu nhận được sẽ bổ sung thêm tín hiệu ở đầu vào thiết bị điều khiển 7, đảm bảo quay cần và thay đổi góc tác động của luồng gió. Khi tác động của luồng gió dưới một góc xác định và xác định tốc độ của gió xuất hiện nguy hiểm lật đổ. Sự kích thích tín hiệu ở thiết bị điều khiển cho phép thay đổi góc tác động nhỏ nhất ở kết quả quay cần, và ở vùng có dự trữ ổn định lớn hơn.

Ở trạng thái cần trục không làm việc không thực hiện ghi các thông số của tải trọng gió và đưa ra khỏi thông tin ở khối chỉ báo.



Hình 1. Phương pháp và thiết bị điều khiển ổn định cần trục tháp.

Tín hiệu ở cảm biến mômen xoắn 5, đưa ra ở đầu vào của khối kiểm soát 1 và khi có sự trợ giúp của chương trình bảo đảm tiến hành đánh giá ổn định đối với trạng thái cần trục không làm việc. Trong trường hợp cho phép giá trị mômen xoắn hệ thống an toàn nằm ở trạng thái không làm việc. Khi vượt quá giá trị mômen xoắn cho phép tín hiệu nhận được bổ sung thêm với cảm biến hướng của luồng gió 3 và cảm biến vị trí cần 4 ở đầu vào của khối kiểm soát 1. Số liệu nhận được được phân tích trong chương trình ở thuật toán logic mờ trong khối kiểm

soát 1 và phụ thuộc vào số liệu nhận được gần tới trị số tới hạn ổn định, tạo thành tín hiệu sử dụng ở đầu vào của thiết bị điều khiển 7 để thay đổi độ cứng động học liên kết phanh - hộp giảm tốc cơ cấu quay và quay cần cường bức trong vùng có dự trữ ổn định lớn hơn. Giảm bớt giá trị mômen xoắn xuất hiện khi tăng độ cứng động học phanh hộp giảm tốc cơ cấu quay khi có sự trợ giúp của thiết bị điều khiển 7.

3. Kết luận

Sự nghiên cứu và soạn thảo hệ thống điều khiển chủ động cơ cấu quay của CTT để đề phòng sự quá tải do sự tác động của gió giật lên CTT, đưa ra phương pháp điều khiển nhằm đảm bảo sự ổn định của CTT dưới sự tác động của luồng gió giật mà từ trước tới nay chưa được đề cập. Xác định vị trí của cần, tốc độ gió, hướng của luồng gió để tự động điều chỉnh vị trí của cần theo hướng tác động của gió, mang lại hiệu quả cao trong khai thác và sử dụng an toàn CTT hơn.

Bài báo đã đưa ra cách giải quyết kỹ thuật cho phép nâng cao mức độ an toàn khi làm việc bốc xếp dỡ tải, được thực hiện bởi cần trục tháp, đảm bảo sự tự động điều chỉnh ổn định trong thời kỳ tác động của trận gió mạnh và điều chỉnh sắp xếp sớm vị trí của cần tương đối với hướng của luồng gió sẽ diễn ra.

Tài liệu tham khảo

1. Bằng sáng chế RU 2309112 C1, МПК6 B66C23/18, B66C13/18 03.03.2006
2. Bằng sáng chế RU 2319657 C2, МПК6 B66C13/18, B66C23/88, B66C23/90 20.03.2008
3. Bằng sáng chế CN 101585487 A, B66C 23/84; B66C 13/30; B66C 23/26 25.11.2009.
4. Bằng sáng chế RU 38747 U1, МКП7 B66C23/90.
5. Bằng sáng chế RU 2316467 C1, МПК6 B66C13/18, B66C23/88, 10.08.2008