



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ

(11)



1-0053486

(51)^{2021.01} B26D 5/00; B26F 1/38

(13) B

(21) 1-2022-06714

(22) 23/03/2021

(86) PCT/FR2021/050499 23/03/2021

(87) WO2021/198586 07/10/2021

(30) 2003227 31/03/2020 FR

(45) 25/11/2025 452

(43) 27/03/2023 420A

(73) 1. LECTRA (FR)

16/18 rue Chalgrin, 75016 PARIS, France

2. AMVALOR (FR)

151, boulevard de l'Hôpital, 75013 PARIS, France

3. UNIVERSITE DE BORDEAUX (FR)

35, place Pey Berland, 33000 BORDEAUX, France

4. INSTITUT POLYTECHNIQUE DE BORDEAUX (FR)

1, rue du Docteur Albert Schweitzer, 33400 TALENCE, France

5. CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE (FR)

3, rue Michel Ange, 75016 PARIS, France

6. ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'ARTS ET METIERS (ENSAM) (FR)

151, boulevard de l'Hôpital, 75013 PARIS, France

(72) CHABIRAND-GARCONNET, Didier (FR); CAHUC, Olivier (FR); COSSON-COCHE, Quentin (FR); DARNIS, Philippe (FR); LAHEURTE, Raynald (FR); TEISSANDIER, Denis (FR).

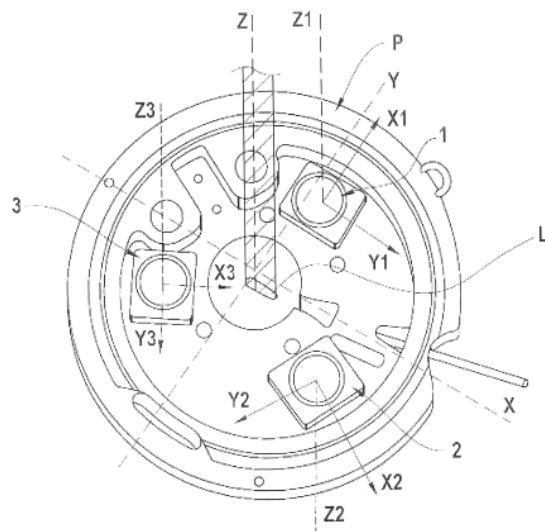
(74) Công ty Luật TNHH T&G (TGVN)

(54) PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH CÁC THÀNH PHẦN CỦA TORSOR (PRINCIPAL HOMOGENEOUS SPACE – KHÔNG GIAN ĐỒNG NHẤT CHÍNH) TÁC ĐỘNG CƠ HỌC TẠI ĐIỂM DẪN HƯỚNG CỦA LƯỖI CẮT DÀNH CHO MÁY CẮT

(21) 1-2022-06714

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp xác định các thành phần của torsor (principal homogeneous space – không gian đồng nhất chính) tác động cơ học tại điểm dẫn hướng của lưỡi cắt (L) dành cho máy cắt, lưỡi này đang được dẫn hướng trong chân máy ép (P) của phần đầu cắt của máy này, phương pháp này bao gồm các bước đặt động lực kế năm thành phần trên chân máy ép, động lực kế này bao gồm nhiều bộ cảm biến để xác định lực phía trước, lực ngang, mômen xoay, mômen lắc dọc và mômen lắc ngang của lưỡi cắt, thiết lập ma trận hiệu chỉnh của động lực kế, và xác định các lực theo ba chiều mà lưỡi cắt là đối tượng của chúng, trên cơ sở các số đo thu được bởi các bộ cảm biến và ma trận hiệu chỉnh này.

Fig.1



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến lĩnh vực chung là cắt tự động, bởi lưỡi dao động, đối với vật liệu mềm dẻo được đặt trên bàn cắt dưới dạng bó đơn hoặc chồng bó. Chính xác hơn, sáng chế đề cập đến phương pháp xác định các thành phần của torsor (principal homogeneous space – không gian đồng nhất chính) tác động cơ học tại điểm dẫn hướng của lưỡi cắt như vậy.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Lĩnh vực của đơn sáng chế này đó là cắt tự động các bộ phận của vật liệu vải hoặc phi vải mềm dẻo (chẳng hạn như da), cụ thể là trong quần áo, đồ đạc hoặc các ngành công nghiệp bọc phủ ô tô.

Một phương pháp đã biết để cắt tự động các bộ phận trong vật liệu mềm dẻo bao gồm các bước cung cấp vật liệu trên bộ đỡ cắt cố định hoặc di động của bàn cắt, dưới dạng bó đơn hoặc chồng bó tạo ra nệm, và cắt các bộ phận này thông qua phần đầu cắt di chuyển ở trên bộ đỡ cắt của bàn này. Cụ thể, phần đầu cắt này mang lưỡi thép dao động mà nó được dao động theo chiều dọc theo hướng mép cắt của nó để cắt vật liệu.

Trong quá trình dao động dọc này và trong quá trình cắt vật liệu, lưỡi cắt là đối tượng của nhiều lực mà chúng gây ảnh hưởng đến chất lượng của các mép cắt của các bộ phận. Cụ thể, các lực này có tác động trực tiếp lên chất lượng cắt và lên dạng hình học của các bộ phận được cắt trên toàn bộ chiều cao của vật liệu, cụ thể là khi vật liệu này được tạo ra từ chồng bó.

Ngoài ra, để có thể hoạt động trên các tham số cắt và trên hướng của lưỡi, cần phải biết các sức căng mà lưỡi cắt này là đối tượng của chúng một cách rõ ràng hết mức có thể.

Đối với việc này, việc đặt bộ cảm biến bề cong trên chân máy ép của phần đầu cắt là đã biết. Theo cách này, bộ cảm biến này có thể thu thập dữ liệu liên quan đến việc bề cong theo phương ngang của lưỡi cắt và do đó hoạt động trên các tham số cắt

và hướng của lưỡi này để hiệu chỉnh nó. Ví dụ, có thể tham chiếu đến đơn sáng chế IT 102017000023745 được nộp dưới tên của Morgan Tecnica.

Tuy nhiên, các dữ liệu này là không đủ và không tính đến tất cả các lực mà lưỡi cắt là đối tượng của chúng.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích chính của sáng chế do đó là đề trang bị phương pháp xác định tất cả các lực mà lưỡi cắt là đối tượng của chúng, để cho phép điều khiển việc cắt tinh tế hơn và tự động hơn.

Theo sáng chế này, mục đích này đạt được thông qua phương pháp xác định các thành phần của torsor tác động cơ học tại điểm dẫn hướng của lưỡi cắt dành cho máy cắt, lưỡi này đang được dẫn hướng trong chân máy ép của phần đầu cắt của máy này, phương pháp này bao gồm các bước:

- đặt động lực kế sáu thành phần trên chân máy ép, động lực kế này bao gồm nhiều bộ cảm biến có khả năng xác định lực phía trước, lực ngang, mômen xoay, mômen lắc dọc và mômen lắc ngang của lưỡi cắt;
- thiết lập ma trận hiệu chỉnh của động lực kế; và
- xác định các lực theo ba chiều mà lưỡi cắt là đối tượng của chúng, trên cơ sở các số đo thu được bởi các bộ cảm biến và ma trận hiệu chỉnh này.

Phương pháp theo sáng chế này khác biệt ở chỗ nó có thể xác định các lực mà lưỡi là đối tượng của chúng theo ba hướng trên cơ sở động lực kế được cài đặt trong chân máy ép của phần đầu cắt. Cụ thể, năm hoặc sáu thành phần của torsor tác động cơ học tại điểm dẫn hướng của lưỡi có thể được xác định, cụ thể là: lực phía trước, lực ngang, mômen xoay, mômen lắc dọc và mômen lắc ngang (lực dọc theo trục chính của lưỡi được loại trừ). Theo cách này, trên cơ sở những dữ liệu này, có thể đảm bảo việc điều khiển đặc biệt chính xác và tự động các tham số cắt để hiệu chỉnh các khuyết điểm.

Bước khai triển ma trận hiệu chỉnh của động lực kế ưu tiên bao gồm việc khai triển ma trận hiệu chỉnh lý thuyết của các bộ cảm biến của động lực kế tại các áp lực lý thuyết khác nhau như một hàm của sáu thành phần của động lực kế.

Tương tự, bước khai triển ma trận hiệu chỉnh của động lực kế còn ưu tiên bao gồm, trên cơ sở ma trận hiệu chỉnh lý thuyết và các số đo về phản hồi thực tế của các

bộ cảm biến của động lực kế, việc tính ma trận đáp ứng của các bộ cảm biến của động lực kế tại các áp lực thực tế khác nhau như một hàm của sáu thành phần của động lực kế.

Ma trận đáp ứng của các bộ cảm biến của động lực kế được tính bởi phương pháp tối ưu hóa tuyến tính.

Trong một phương án, động lực kế bao gồm ba bộ cảm biến áp điện ba trục mà chúng được gắn trong chân máy ép, đang được phân bố xung quanh trục dọc của lưỡi.

Trong phương án thứ hai, động lực kế bao gồm ít nhất ba, và ưu tiên là sáu, cầu đo biến dạng được ghép nối mà chúng được gắn trên các tay của chân máy ép được phân bố đều xung quanh trục dọc của lưỡi để tạo ra ít nhất ba, và ưu tiên là sáu, cầu đủ.

Trong phương án thứ ba, động lực kế bao gồm ít nhất năm cầu đủ là các cầu đo biến dạng được khử ghép nối mà chúng được gắn trong chân máy ép.

Dù là phương án nào thì việc truyền các số đo từ các bộ cảm biến của động lực kế đều có thể được thực hiện không tiếp xúc hoặc qua dây.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là hình sơ lược thể hiện phương án thứ nhất về việc thi hành phương pháp theo sáng chế này.

Fig.2 là hình sơ lược thể hiện phương án thứ hai về việc thi hành phương pháp theo sáng chế này.

Fig.3 là hình sơ lược thể hiện phương án thứ ba về việc thi hành phương pháp theo sáng chế này.

Mô tả chi tiết sáng chế

Sáng chế áp dụng với việc cắt tự động các bộ phận trong vật liệu mềm dẻo có dạng bó đơn hoặc chồng bó.

Hoạt động cắt như vậy thường được thực hiện thông qua máy cắt được trang bị bộ đỡ cắt ngang mà vật liệu mềm dẻo cần được cắt được trang bị trên đó.

Phần đầu cắt mang lưỡi dao động được gắn trên khung đỡ mà nó được khiến cho chuyển động dọc theo bộ đỡ cắt trong khi phần đầu cắt di chuyển cùng lúc dọc theo khung đỡ này sao cho có thể đi theo các đường cắt khác nhau được tính bởi phần mềm cắt.

Diễn hình, chân máy ép, chẳng hạn như chân máy ép được thể hiện trên Fig.1, được gắn trên phần dưới của phần đầu cắt để áp dụng lực được điều khiển vào vật liệu mềm dẻo trên bộ đỡ cắt của nó trong quá trình cắt, vị trí của chân máy ép này là có thể điều chỉnh được tùy theo chiều cao của vật liệu mềm dẻo được đặt trên bộ đỡ cắt. Do đó, chân máy ép cho phép việc dẫn hướng lưỡi cắt để được giữ gần với vật liệu mềm dẻo hết mức có thể.

Sáng chế đề xuất phương pháp xác định các thành phần của torsor tác động cơ học tại điểm dẫn hướng của lưỡi dao động của phần đầu cắt như vậy.

Một số lựa chọn thay thế về cách thi hành phương pháp theo sáng chế này là khả thi.

Theo một phương án được thể hiện sơ lược trên Fig.1, phương pháp này dự tính việc đặt động lực kế áp điện năm thành phần trên chân máy ép P của phần đầu cắt.

Chính xác hơn, động lực kế áp điện này bao gồm ba bộ cảm biến áp điện ba trục 1 đến 3 mà chúng được gắn trên chân máy ép P, ưu tiên là đang được phân bố đều xung quanh trục dọc Z của lưỡi cắt L.

Các bộ cảm biến áp điện 1 đến 3 tốt hơn là được phân bố tại góc 120° cách đều nhau, từ tâm của động lực kế. Như được thể hiện trên Fig.1, các trục Z (lần lượt là Z_1 , Z_2 và Z_3) của chúng được hướng xuống dưới (nói cách khác là hướng tới bộ đỡ cắt), các trục Y (lần lượt là Y_1 , Y_2 và Y_3) của chúng được hướng ra bên ngoài của động lực kế để tạo thuận lợi cho đường dẫn cáp, và các trục X (lần lượt là X_1 , X_2 và X_3) của chúng là song song với bán kính của động lực kế.

Cách sắp xếp này cho phép sự kết hợp hiệu quả của các bộ cảm biến trong môi trường chân máy ép trong khi đảm bảo được độ cứng tốt của chúng.

Tâm trên (không được thể hiện trên Fig.1) đóng động lực kế được kết hợp trong chân máy ép này lại. Nó có các lỗ để làm đường dẫn các ren cho phép việc định thiên các bộ cảm biến bằng cách nén chúng giữa tâm trên này và đáy của chân máy ép.

Bước thứ nhất của phương pháp theo sáng chế để xác định các lực theo 3D mà lưỡi cắt là đối tượng của chúng, đó là thực hiện việc hiệu chỉnh động lực kế áp điện được gắn như vậy trên chân máy ép.

Việc hiệu chỉnh này bao gồm việc thiết lập ma trận hiệu chỉnh mà nó khiến cho việc diễn giải các điện áp đo khác nhau được gửi bởi các bộ cảm biến áp điện 1 đến 3 thành các lực cơ học trở nên khả dĩ.

Trước hết, ma trận hiệu chỉnh lý thuyết hoặc tổng thể cần được tạo ra, mà nó là nhạy với hướng và dạng hình học của các bộ cảm biến. Thứ hai, ma trận hiệu chỉnh lý thuyết này cần phải được tinh chỉnh để đem lại ma trận đáp ứng tương ứng với ma trận hiệu chỉnh thực tế.

Việc xem xét ma trận hiệu chỉnh lý thuyết diễn ra trong ngữ cảnh trong đó tất cả các hình dạng hình học được giả sử là hoàn hảo và không có khuyết điểm, theo sau việc định vị lý tưởng các trục. Việc thể hiện việc định vị ba bộ cảm biến ba trục trong không gian (X, Y, Z) sẽ là hữu ích, để biểu diễn torsor của các tác động cơ học được gắn với chúng.

Hệ quy chiếu trục giao (x_i, y_i, z_i) được gắn vào mỗi bộ cảm biến i tại tâm O_i của nó. Torsor của các tác động tại O_i do đó có thể được viết thành:

Phép toán 1

$$\tau_{O_i} = \begin{pmatrix} F_{x_i} & 0 \\ F_{y_i} & 0 \\ F_{z_i} & 0 \end{pmatrix}_{(\overline{x_i}, \overline{y_i}, \overline{z_i})}$$

Bằng cách đưa các torsor sơ cấp của mỗi bộ cảm biến về gốc của hệ quy chiếu của động lực kế O, có thể xác định được đóng góp của mỗi hướng đo của mỗi bộ cảm biến đối với việc đọc ra các lực tổng thể.

Ma trận hiệu chỉnh lý thuyết hoặc tổng thể sau đó được tính trên cơ sở các phương trình khác nhau này.

Vị trí của tâm O_i của mỗi bộ cảm biến được định ra trong hệ tọa độ hình trụ bởi bán kính R tương ứng với khoảng cách OO_i và góc β_i . Mỗi bộ cảm biến có hệ quy chiếu trục tiếp của riêng nó (O_i, x_i, y_i, z_i) và các trục x của chúng là cộng tuyến với đường thẳng (OO_i).

Việc đưa các torsor của mỗi bộ cảm biến về gốc và trong hệ quy chiếu của động lực kế được cho bởi phương trình sau đây;

Phép toán 2

$$O_i\{\tau_i\}_{(\vec{x}_1, \vec{y}_1, \vec{z}_1)} = \left\{ \begin{array}{l} \vec{R}_1 = F_{ix} \cdot \vec{x}_1 + F_{iy} \cdot \vec{y}_1 + F_{iz} \cdot \vec{z}_1 \\ \vec{M}_{1O} = \vec{OO}_1 \wedge \vec{R}_1 \end{array} \right\}$$

Các thay đổi khác nhau của hệ quy chiếu là như sau:

Phép toán 3

$$\begin{bmatrix} \vec{x}_1 \\ \vec{y}_1 \\ \vec{z}_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \vec{X} \\ \vec{Y} \\ \vec{Z} \end{bmatrix}.$$

Phép toán 4

$$\begin{bmatrix} \vec{x}_2 \\ \vec{y}_2 \\ \vec{z}_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \beta_2 & -\sin \beta_2 & 0 \\ -\sin \beta_2 & -\cos \beta_2 & 0 \\ 0 & 0 & -1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \vec{X} \\ \vec{Y} \\ \vec{Z} \end{bmatrix}.$$

Phép toán 5

$$\begin{bmatrix} \vec{x}_3 \\ \vec{y}_3 \\ \vec{z}_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sin \beta_3 & \cos \beta_3 & 0 \\ \cos \beta_3 & -\sin \beta_3 & 0 \\ 0 & 0 & -1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \vec{X} \\ \vec{Y} \\ \vec{Z} \end{bmatrix}.$$

Sau khi rút gọn, biểu thức của các torsor của mỗi bộ cảm biến tại gốc và trong hệ quy chiếu của động lực kế khi đó có thể được viết thành:

Phép toán 6

$$M = \left\{ \begin{array}{cccccc} 0 & KF_{1x_1} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ KF_{1y_1} & 0 & 0 & 0 & 0 & -RK F_{1y_1} \\ 0 & 0 & KF_{1z_1} & -RK F_{1z_1} & 0 & 0 \\ \frac{\sqrt{3}}{2} KF_{2x_2} & -\frac{1}{2} KF_{2x_2} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -\frac{1}{2} KF_{2y_2} & -\frac{\sqrt{3}}{2} KF_{2y_2} & 0 & 0 & 0 & -RK F_{2y_2} \\ 0 & 0 & -KF_{2z_2} & \frac{R}{2} KF_{2z_2} & \frac{R\sqrt{3}}{2} KF_{2z_2} & 0 \\ \frac{1}{2} KF_{3x_3} & \frac{\sqrt{3}}{2} KF_{3x_3} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \frac{\sqrt{3}}{2} KF_{3y_3} & -\frac{1}{2} KF_{3y_3} & 0 & 0 & 0 & RK F_{3y_3} \\ 0 & 0 & -KF_{3z_3} & \frac{R}{2} KF_{3z_3} & -\frac{R}{2} KF_{3z_3} & 0 \end{array} \right\}$$

Ma trận hiệu chỉnh này là lý thuyết. Nó thể hiện sự đóng góp của các trục khác nhau của các bộ cảm biến trong số đo các lực của động lực kế. Các số đo này phụ thuộc vào độ nhạy K của các bộ cảm biến áp điện được sử dụng. Trong thực tế, không số hạng nào trong ma trận này là không bởi vì, bất chấp sự cẩn thận dành cho việc sản xuất, và dù là quy trình sản xuất nào thì các khuyết điểm về hình học vẫn xuất hiện. Tuy nhiên, các số hạng vượt trội phải là nhận dạng được.

Một khi ma trận hiệu chỉnh lý thuyết đã được viết ra, việc hiệu chỉnh có thể được thực hiện. Nó bao gồm việc tương liên các tải trọng riêng được điều khiển được áp dụng vào động lực kế với các tín hiệu điện khác nhau được phân phát bởi các bộ cảm biến ba trục.

Việc áp dụng các tải đã được nhận dạng, tại các điểm chiến lược nơi đáp ứng lý thuyết của động lực kế là đã biết, là hữu ích. Qua việc tối ưu hóa tuyến tính, có thể tương liên các giá trị của các bộ cảm biến với các giá trị dự kiến. Ma trận hiệu chỉnh được xác định thông qua chiến dịch thử nghiệm.

Các kết quả của việc tối ưu hóa tuyến tính đem lại ma trận hiệu chỉnh thực tế sau đây:

Phép toán 7

$$M = \begin{Bmatrix} 29.9 & 211.82 & 51 & 2.064 & 0.92 & -1.24 \\ 239.16 & -31.5 & 7.46 & -2.89 & -2.09 & -10.89 \\ -14.09 & 20.76 & 218.68 & 27.03 & 7.38 & -1.3 \\ 153.75 & -105.99 & -92.16 & -9.75 & -4.54 & 0.22 \\ -115.35 & -197.9 & 22.5 & -10.08 & -1.98 & -8.064 \\ 12.18 & -25.82 & 609.9 & -31.03 & -37.23 & -0.48 \\ 176.30 & 126.33 & -11.7 & 7.78 & -1.42 & -0.44 \\ 111.90 & -200 & 19.18 & -1.6 & -9.83 & 10.31 \\ -19.43 & -1.13 & 651.04 & 17.58 & -15.51 & 3.41 \end{Bmatrix}$$

Fig.2 thể hiện phương án thứ hai về cách thi hành sáng chế, trong đó phương pháp này dự tính việc định vị động lực kế bằng các đồng hồ đo được ghép nối.

Chính xác hơn, động lực kế bao gồm ít nhất ba và ưu tiên là sáu cầu đo biến dạng được ghép nối mà chúng được gắn trên các tay của chân máy ép P' được phân bố xung quanh trục dọc Z của lưỡi L để tạo ra ít nhất ba và ưu tiên là sáu cầu đủ.

Để đảm bảo việc đọc các lực được tốt, động lực kế đã được cấu trúc xung quanh trục của lưỡi với các tay được đặt cách quãng ở góc 120°. Ba đồng hồ đo J1 đến J3 tạo

ra sáu cầu đo được dán, ưu tiên là cách đều tính từ trục của lưỡi và trên các mặt nghiêng, mà phần mở rộng của chúng gặp nhau tại điểm áp dụng của các lực.

Các đồng hồ đo biến dạng đôi dọc/ngang J1 đến J3 được sử dụng và được sắp xếp trên mỗi mặt của mỗi tay sao cho mỗi nửa cầu thì nằm ngược lại. Tổng cộng ít nhất ba cầu đủ là cần thiết cho việc trang bị động lực kế này.

Việc hiệu chỉnh bao gồm so khớp torsor tác động đã biết với giá trị của sức căng được đo bởi các cầu đo.

Xem xét rằng các cầu đo này được định tâm một cách lý tưởng trên các tay của thân thử nghiệm, các tâm tương ứng của các cầu O_i ($i=1:6$) được đặt trên mỗi tay là trùng nhau. Khi đó chúng là cách xa khỏi tâm của bộ cảm biến O một lượng bằng giá trị r và được định hướng ở góc α . Cuối cùng, điểm áp dụng của các lực trên lưỡi được di chuyển một lượng bằng $-h$ theo trục Z đến điểm Q.

Torsor tác động đã biết $[T]$ sau đây được áp dụng tại điểm Q:

Phép toán 8

$$[T] = \begin{bmatrix} F_x & M_x \\ F_y & M_y \\ F_z & M_z \end{bmatrix}$$

Chuyển động của torsor $[T]$ này tại mỗi điểm đo của các cầu đo khiến cho việc biết được sự đóng góp của mỗi trục của các cầu này trong việc đọc các lực trở nên khả dĩ.

Để đo mômen torsor M_z , lực được áp dụng dọc theo trục Y, tại điểm Q với cánh tay đòn có khoảng cách l .

Để cho rõ ràng, các hệ quy chiếu được nhóm lại được đặt lại tên như sau:

Phép toán 9

$$(O_1-O_2, X_1-X_2, Y_1-Y_2, Z_1-Z_2) = R_1$$

$$(O_3-O_4, X_3-X_4, Y_3-Y_4, Z_3-Z_4) = R_2$$

$$(O_5-O_6, X_5-X_6, Y_5-Y_6, Z_5-Z_6) = R_3$$

Các chuyển đổi này khi đó đem lại:

Phép toán 10

$$\begin{aligned}
[F_x] &= \begin{bmatrix} F_x & 0 \\ 0 & -h.F_x \\ 0 & r.F_x \end{bmatrix}_{(R_1)} \quad \begin{bmatrix} F_x & 0 \\ 0 & -h.F_x \\ 0 & -r.\sin\alpha.F_x \end{bmatrix}_{(R_2)} \quad \begin{bmatrix} F_x & 0 \\ 0 & -h.F_x \\ 0 & -r.\sin\alpha.F_x \end{bmatrix}_{(R_3)} \\
[F_y] &= \begin{bmatrix} 0 & h.F_y \\ F_y & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}_{(R_1)} \quad \begin{bmatrix} 0 & h.F_y \\ F_y & 0 \\ 0 & -r.\cos\alpha.F_y \end{bmatrix}_{(R_2)} \quad \begin{bmatrix} 0 & h.F_y \\ F_y & 0 \\ 0 & r.\cos\alpha.F_y \end{bmatrix}_{(R_3)} \\
[F_z] &= \begin{bmatrix} 0 & r.F_z \\ 0 & 0 \\ F_z & 0 \end{bmatrix}_{(R_1)} \quad \begin{bmatrix} 0 & r.\sin\alpha.F_z \\ 0 & r.\cos\alpha.F_z \\ F_z & 0 \end{bmatrix}_{(R_2)} \quad \begin{bmatrix} 0 & r.\sin\alpha.F_z \\ 0 & -r.\cos\alpha.F_z \\ F_z & 0 \end{bmatrix}_{(R_3)} \\
[M_x] &= \begin{bmatrix} 0 & -l.F_z - r.F_z \\ 0 & 0 \\ F_z & 0 \end{bmatrix}_{(R_1)} \quad \begin{bmatrix} 0 & -l.F_z + r.\sin\alpha.F_z \\ 0 & r.\cos\alpha.F_z \\ F_z & 0 \end{bmatrix}_{(R_2)} \quad \begin{bmatrix} 0 & -l.F_z + r.\sin\alpha.F_z \\ 0 & -r.\cos\alpha.F_z \\ F_z & 0 \end{bmatrix}_{(R_3)} \\
[M_y] &= \begin{bmatrix} 0 & -r.F_z \\ 0 & -l.F_z \\ F_z & 0 \end{bmatrix}_{(R_1)} \quad \begin{bmatrix} 0 & r.\sin\alpha.F_z \\ 0 & -l.F_z + r.\cos\alpha.F_z \\ F_z & 0 \end{bmatrix}_{(R_2)} \quad \begin{bmatrix} 0 & r.\sin\alpha.F_z \\ 0 & -l.F_z - r.\cos\alpha.F_z \\ F_z & 0 \end{bmatrix}_{(R_3)} \\
[M_z] &= \begin{bmatrix} 0 & h.F_y \\ F_y & 0 \\ 0 & l.F_y \end{bmatrix}_{(R_1)} \quad \begin{bmatrix} 0 & h.F_y \\ F_y & 0 \\ 0 & l.F_y - r.\cos\alpha.F_y \end{bmatrix}_{(R_2)} \quad \begin{bmatrix} 0 & h.F_y \\ F_y & 0 \\ 0 & l.F_y + r.\cos\alpha.F_y \end{bmatrix}_{(R_3)}
\end{aligned}$$

Các giá trị này đem lại các thành phần của ma trận hiệu chỉnh lý thuyết. Giờ đây, bằng cách tính đến thực tế rằng các đồng hồ đo biến dạng chỉ phản ứng dọc theo trục Z của chúng, có thể rút gọn ma trận này. Khi đó nó được viết thành:

Phép toán 11

$$[M_{Th}] = \begin{bmatrix} 0 & 0 & K.F_1 & R.K.F_1 & 0 & 0 \\ K.F_2 & 0 & 0 & 0 & 0 & -R.K.F_2 \\ 0 & 0 & K.F_3 & -\frac{R}{2}.K.F_3 & -\frac{R.\sqrt{3}}{2}.K.F_3 & 0 \\ -\frac{1}{2}.K.F_4 & -\frac{\sqrt{3}}{2}.K.F_4 & 0 & 0 & 0 & -R.K.F_4 \\ 0 & 0 & K.F_5 & -\frac{R}{2}.K.F_5 & \frac{R}{2}.K.F_5 & 0 \\ -\frac{1}{2}.K.F_6 & \frac{\sqrt{3}}{2}.K.F_6 & 0 & 0 & 0 & -R.K.F_6 \end{bmatrix}_{(O,X,Y,Z)}$$

Với K biểu thị độ nhạy của mỗi cầu đo (ở đây được giả định là chung), và F_i biểu thị sức căng được đo bởi cầu đo i.

Bước tiếp theo của việc khai triển ma trận hiệu chỉnh thực tế bao gồm việc áp dụng các lực đã biết dọc theo các trục đã được định rõ và ghi nhận phản ứng của mỗi nửa cầu.

Phương pháp hiệu chỉnh này cung cấp một lượng dữ liệu rất lớn mà nó đòi hỏi sự tối ưu hóa nhất định. Với các mối quan hệ tín hiệu-tải đang được giả định là tuyến tính, phương pháp trực tiếp dựa trên phương pháp bình phương nhỏ nhất được áp dụng.

Cách tiếp cận này nhằm đến việc tối thiểu hóa các bình phương nhỏ nhất của hiệu giữa các giá trị được áp đặt và các giá trị được đo theo mô hình đáp ứng tuyến tính. Đối với việc này, chúng ta tìm kiếm cách thể hiện $[A_{ij}]$, ma trận hiệu chỉnh, sử dụng n số đo $[m_i]$ mang lại n torsors $[T_j]$ khác nhau. Phương trình này có thể được viết dưới dạng sau đây:

Phép toán 12

$$[T_j] = [A_{ij}] \times [m_i]$$

Cách định dạng sau đây cho phép các số hạng a_{ij} của ma trận nghiệm $[A]^t$ được tính nhờ sử dụng phương pháp tối ưu hóa tuyến tính, giống hệt như nghiệm của phương trình chuẩn tắc của phương trình trước.

Phép toán 13

$$\begin{aligned} [T_j]^t &= [m_i]^t \times [A_{ij}]^t, \\ [m_i] \times [m_i]^t \times [A_{ij}]^t &= [m_i] \times [T_j]^t, \\ [A_{ij}]^t &= [[m_i] \times [m_i]^t]^{-1} \times [m_i] \times [T_j]^t. \end{aligned}$$

Thông qua minh họa, ma trận thu được như vậy cho mỗi bộ cảm biến do đó được cho bởi:

Phép toán 14

$$[A_{ij}]_{c1} = \begin{bmatrix} 0.22743549 & 0.02364623 & -0.13343276 & -0.0060998 & -0.00087995 & -0.00130383 \\ 0.68420348 & 0.15332142 & 0.03105618 & 0.00189647 & -0.00466481 & -0.00561201 \\ -0.1076689 & -0.12158194 & -0.14872792 & 0.0026323 & 0.00625291 & -0.00187975 \\ -0.46440179 & -0.61847475 & 0.02114317 & -0.00536206 & 0.00200904 & -0.00811313 \\ 0.1368964 & 0.09598388 & -0.13872592 & 0.00413322 & -0.00556786 & -0.00241526 \\ -0.11003649 & 0.54635391 & 0.0378909 & 0.00408779 & 0.00172092 & -0.01026037 \end{bmatrix}$$

$$[A_{ij}]_{c2} = \begin{bmatrix} 0.28085142 & -0.01953047 & -0.13864593 & -0.00647811 & -0.00211027 & -0.00173131 \\ 0.77073137 & 0.2172864 & 0.03597984 & 0.00414099 & -0.00554774 & -0.01009237 \\ -0.1351971 & -0.133147 & -0.14704929 & 0.00216863 & 0.00632671 & -0.00071048 \\ -0.56057634 & -0.5967342 & 0.03491581 & -0.00588278 & 0.0036103 & -0.00579446 \\ 0.0178842 & 0.05183176 & -0.14780865 & 0.00307678 & -0.00576331 & -0.00131784 \\ -0.18893259 & 0.44978418 & 0.02836511 & 0.00192248 & 0.0018153 & -0.00829667 \end{bmatrix}$$

$$[A_{ij}]_{c3} = \begin{bmatrix} 0.31053699 & -0.02206733 & -0.13963957 & -0.00646137 & -0.00181698 & -0.00022063 \\ 0.69569874 & 0.31291328 & 0.0099921 & 0.00234984 & -0.00486212 & -0.01067891 \\ -0.14114808 & -0.16467566 & -0.1430152 & 0.00293031 & 0.00641895 & -0.00096274 \\ -0.67494056 & -0.65437313 & 0.05252109 & -0.00309514 & 0.00386065 & -0.0086002 \\ 0.07045973 & -0.00230579 & -0.1414674 & 0.0031475 & -0.00633642 & -0.00048254 \\ -0.04925843 & 0.46419488 & 0.03133913 & 0.00144251 & 0.0015364 & -0.00759894 \end{bmatrix}$$

Với việc tất cả các bộ cảm biến đều đang khác nhau tùy theo tính biến thiên có hữu trong việc gia công và việc dán các đồng hồ đo, không thể thu được một ma trận đồng nhất. Tuy nhiên, phản ứng của mỗi bộ cảm biến đối với mỗi ma trận thì đều tốt. Có thể thu được ma trận khiến cho hành vi của mỗi bộ cảm biến đều trơn tru, ma trận này, được gọi là ma trận được hợp nhất, đưa vào xem xét tất cả các số đo hiệu chỉnh của ba bộ cảm biến (xem ví dụ dưới đây).

Phép toán 15

$$[A_{ij}]_F = \begin{bmatrix} 0.25775426 & -0.0169919 & -0.13482656 & -0.00603876 & -0.00140795 & -0.00169831 \\ 0.77567 & 0.18216929 & 0.03188821 & 0.00304868 & -0.00563973 & -0.00803284 \\ -0.12965247 & -0.13159113 & -0.14806411 & 0.00231931 & 0.00633665 & -0.00120715 \\ -0.53481395 & -0.65440946 & 0.02423596 & -0.00644915 & 0.00265166 & -0.0062482 \\ 0.01615932 & -0.09425864 & -0.14100178 & 0.00393699 & -0.00535424 & -0.0020892 \\ -0.16085048 & 0.55349909 & 0.03862418 & 0.00395377 & 0.00233197 & -0.01006808 \end{bmatrix}$$

Sau khi kiểm tra, có thể quan sát được rằng đáp ứng của ba bộ cảm biến đối với ma trận này nhìn chung là rất sát và sai lệch đo là rất thấp.

Fig.3 thể hiện phương án thứ ba về cách thi hành sáng chế, trong đó phương pháp này dự tính việc định vị động lực kế bằng các đồng hồ đo được khử ghép nối.

Như được thể hiện trên Fig.3 này, động lực kế như vậy bao gồm năm cầu đo dưới dạng cầu đủ được gắn trong chân máy ép P''. Các đồng hồ đo được sử dụng là các ổ nửa cầu để đảm bảo việc đọc các lực theo hai hướng bề cong khả dĩ (để cho rõ ràng, chỉ năm cầu đo P1 đến P5 được thể hiện trên Fig.3).

Ma trận hiệu chỉnh thực tế được thu bằng cách đo các sức căng tại các vị trí của các đồng hồ đo biến dạng này và bằng cách thực hiện phép tính liên quan đến việc đi dây của các cầu. Thông qua ví dụ, kết quả là trông thấy được trên bảng dưới đây:

Bảng 1

	F _x (%)	F _y (%)	M _x (%)	M _y (%)	M _z (%)
Cầu 1	-	0,03	0,27	5,61	0,2
Cầu 2	1,53	-	0,36	0,85	0,28
Cầu 3	0	4,48	-	0,15	0,03
Cầu 4	2,49	0,12	0,15	-	2,26
Cầu 5	0,08	4,52	0,02	1,5	-

Có thể quan sát được rằng việc ghép nối lớn nhất thu được là sức căng 5,61% được đọc bởi cầu 1 trong quá trình áp dụng mômen M_y.

Cũng có thể quan sát được rằng phương án này không đòi hỏi bước trước đó là việc khai triển ma trận hiệu chỉnh lý thuyết.

Cần lưu ý rằng dù là phương án nào thì việc truyền các số đo từ các bộ cảm biến sức căng của động lực kế đều được thực hiện không tiếp xúc hoặc qua dây.

Cũng cần lưu ý rằng dù là phương án nào thì một bộ gồm các bảng điện tử cũng được trang bị giữa các bộ cảm biến áp điện hoặc các cầu đo biến dạng và trạm máy tính đang khai thác thông tin nhận được. Các bảng điện tử này thực hiện các chức năng sau đây: cung cấp và tạo điều kiện cho các tín hiệu đến từ các bộ cảm biến (như là chức năng của các bộ cảm biến loại này), lọc và khuếch đại các tín hiệu thích hợp đối với khoảng đầu vào của bộ chuyển đổi tương tự sang số, chuyển đổi tương tự sang số, và nối tiếp hóa (serialisation) và truyền dữ liệu đến trạm máy tính.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp xác định các thành phần của torsor (principal homogeneous space – không gian đồng nhất chính) tác động cơ học tại điểm dẫn hướng của lưỡi cắt (L) dành cho máy cắt, lưỡi này đang được dẫn hướng trong chân máy ép (P; P'; P'') của phần đầu cắt của máy này, phương pháp này bao gồm các bước:

- đặt động lực kế năm thành phần trên chân máy ép, động lực kế này bao gồm nhiều bộ cảm biến có khả năng xác định lực phía trước, lực ngang, mômen xoay, mômen lắc dọc và mômen lắc ngang của lưỡi cắt;
- thiết lập ma trận hiệu chỉnh của động lực kế; và
- xác định các lực theo ba chiều mà lưỡi cắt là đối tượng của chúng, trên cơ sở các số đo thu được bởi các bộ cảm biến và ma trận hiệu chỉnh này.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bước khai triển ma trận hiệu chỉnh của động lực kế bao gồm việc khai triển ma trận hiệu chỉnh lý thuyết của các bộ cảm biến của động lực kế tại các áp lực lý thuyết khác nhau như một hàm của 6 thành phần của động lực kế.

3. Phương pháp theo điểm 2, trong đó bước khai triển ma trận hiệu chỉnh của động lực kế còn bao gồm, trên cơ sở ma trận hiệu chỉnh lý thuyết và các số đo phản hồi thực tế của các bộ cảm biến của động lực kế, việc tính ma trận đáp ứng của các bộ cảm biến của động lực kế tại các áp lực thực tế khác nhau như một hàm của 6 thành phần của động lực kế.

4. Phương pháp theo điểm 3, trong đó ma trận đáp ứng của các bộ cảm biến của động lực kế được tính bởi phương pháp tối ưu hóa tuyến tính.

5. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm 1 đến 4, trong đó động lực kế bao gồm ba bộ cảm biến áp điện ba trục (1, 2, 3) mà chúng được gắn trong chân máy ép (P) đang được phân bố xung quanh trục dọc (Z) của lưỡi.

6. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm 1 đến 4, trong đó động lực kế bao gồm ít nhất ba cầu đo biến dạng (J1 đến J3) được ghép nối mà chúng được gắn trên các tay của chân máy ép (P') được phân bố đều xung quanh trục dọc (Z) của lưỡi để tạo ra ít nhất ba cầu đủ.

7. Phương pháp theo điểm 6, trong đó động lực kế bao gồm sáu cầu đo biến dạng được phân bố đều xung quanh trục dọc (Z) của lưỡi đe tạo ra sáu cầu đủ.
8. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm 1 đến 4, trong đó động lực kế bao gồm ít nhất năm cầu đo biến dạng được khử ghép nối (P1 đến P5) mà chúng được gắn trên chân máy ép (P'').
9. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm 1 đến 8, trong đó việc truyền các số đo của các bộ cảm biến của động lực kế được thực hiện không tiếp xúc hoặc qua dây.

Fig.3

