



(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) 
1-0019784

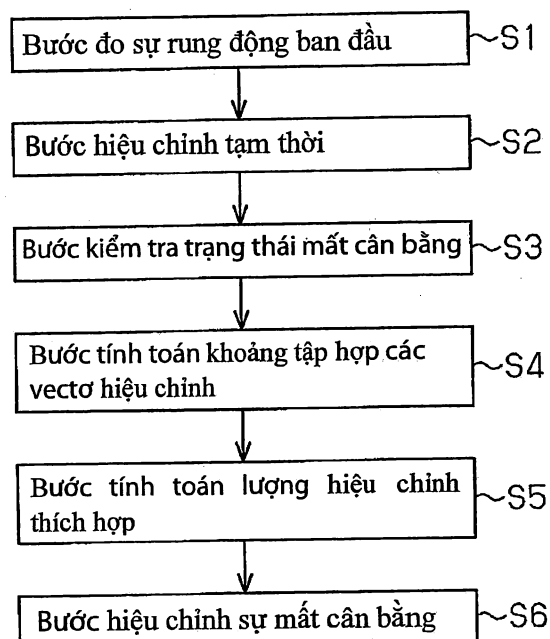
(51)⁷ **G01M 1/38**

(13) **B**

(21) 1-2013-01267 (22) 31.08.2011
(86) PCT/JP2011/069747 31.08.2011 (87) WO2012/043121A1 05.04.2012
(30) 2010-218651 29.09.2010 JP
(45) 25.09.2018 366 (43) 26.08.2013 305
(73) KABUSHIKI KAISHA TOYOTA JIDOSHOKKI (JP)
2-1, Toyoda-cho, Kariya-shi, Aichi-ken, Japan
(72) KATAOKA, Nariyuki (JP), KOYAMA, Tetsuya (JP)
(74) Công ty TNHH Quốc tế D & N (D&N INTERNATIONAL CO.,LTD.)

(54) **PHƯƠNG PHÁP HIỆU CHỈNH SỰ MẤT CÂN BẰNG VÀ THIẾT BỊ TÍNH TOÁN LƯỢNG HIỆU CHỈNH SỰ MẤT CÂN BẰNG CHO BỘ PHẬN QUAY**

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp hiệu chỉnh sự mất cân bằng của bộ phận quay bằng cách đo trạng thái rung động của bộ phận quay trước khi hiệu chỉnh tạm thời và trạng thái rung động của bộ phận quay sau khi hiệu chỉnh tạm thời ở nhiều tốc độ quay nằm trong khoảng cách tốc độ quay xác định để tạo ra các trị số rung động nằm trong khoảng cách tốc độ quay xác định dưới tiêu chuẩn (S1, S3). Khoảng tập hợp các điểm cuối của các vectơ hiệu chỉnh để thu lấy trị số rung động mà thỏa mãn các chuẩn rung động được tính toán đối với mỗi các tốc độ quay từ các vectơ rung động trong các tốc độ quay (S4). Vectơ hiệu chỉnh cuối cùng được lựa chọn từ các vectơ hiệu chỉnh có các điểm cuối nằm trong vùng nơi mà trong đó các khoảng tập hợp được tính toán đối với mỗi tốc độ quay chồng lên trong nhiều vectơ hiệu chỉnh. Lượng hiệu chỉnh cuối cùng và pha hiệu chỉnh cuối cùng được thiết lập dựa trên vectơ hiệu chỉnh cuối cùng (S5). Sự mất cân bằng của bộ phận quay được hiệu chỉnh dựa trên lượng hiệu chỉnh cuối cùng và pha hiệu chỉnh cuối cùng (S6).



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến phương pháp hiệu chỉnh sự mất cân bằng và thiết bị tính toán lượng hiệu chỉnh sự mất cân bằng cho bộ phận quay.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Đối với các thiết bị quay, chẳng hạn như tuabin tăng áp, máy điện quay, và tuabin máy phát điện, điều cần thiết để nâng cao độ chính xác của các bộ phận tương ứng của các thiết bị quay là làm giảm sự rung động gây ra bởi sự quay của bộ phận quay. Ngoài sự nâng cao độ chính xác nêu trên, sự không cân bằng của các thiết bị quay được lắp ráp được hiệu chỉnh (hiệu chỉnh sự mất cân bằng). Theo phương pháp hiệu chỉnh sự mất cân bằng được đề cập trong Tài liệu sáng chế 1 và cho cụm tuabin tăng áp, đã cố gắng để hiệu chỉnh một cách chính xác sự mất cân bằng thông qua hai sự hiệu chỉnh. Cụ thể hơn, phương pháp hiệu chỉnh sự mất cân bằng được đề cập trong Tài liệu sáng chế 1 thực hiện phép đo hai lần và hiệu chỉnh hai lần cụm tuabin tăng áp. Trong phép đo thứ nhất, sự mất cân bằng ban đầu được đo, và trong sự hiệu chỉnh thứ nhất, sự mất cân bằng ban đầu này bị loại trừ. Tiếp theo, phép đo thứ hai được thực hiện trên cụm tuabin tăng áp đã qua sự hiệu chỉnh thứ nhất, nhờ đó đo được sự mất cân bằng còn lại. Sự mất cân bằng còn lại được đo không được hiệu chỉnh trực tiếp, mà được hiệu chỉnh ở bước thứ nhất dựa trên tỷ lệ giữa sự mất cân bằng ban đầu được đo thông qua phép đo thứ nhất và mức độ được hiệu chỉnh đã thực hiện thực tế trong sự hiệu chỉnh thứ nhất. Tiếp theo, sự hiệu chỉnh thứ hai được thực hiện để hiệu chỉnh sự mất cân bằng còn lại đã qua sự hiệu chỉnh.

Máy đo sự cân bằng được đề xuất trong Tài liệu sáng chế 2 dò thấy sự mất cân bằng chỉ ở tốc độ quay nhất định (tốc độ quay ở thời điểm vận hành thực tế trong hầu hết trường hợp) của bộ phận quay, và sự mất cân bằng được hiệu chỉnh dựa trên kết

quả dò được hoặc sự mất cân bằng được hiệu chỉnh trong khi giả thiết rằng bộ phận quay là một khối rắn, do đó tồn tại nhược điểm công nghệ của phương pháp hiệu chỉnh sự mất cân bằng. Cụ thể hơn, máy đo sự cân bằng theo Tài liệu sáng chế 2 bao gồm cơ cấu giữ rôto có bộ phận giữ, bộ phận này giữ cho rôto (bộ phận quay) và chạy ở tốc độ quay tùy ý, bộ dò tốc độ quay để dò tốc độ quay của rôto, và bộ dò rung động phát hiện sự rung động do mất cân bằng của rôto ở một hoặc nhiều vị trí theo hướng dọc trục của rôto. Bộ dò tốc độ quay và bộ dò rung động để dò sự rung động do mất cân bằng của rôto đối với mỗi tốc độ quay tùy ý được thiết lập trước từ tốc độ quay chậm nhất đến tốc độ quay nhanh nhất. Máy đo sự cân bằng tính toán khối lượng hiệu chỉnh để được bổ sung vào hoặc bớt đi ở vị trí nhất định (mặt được hiệu chỉnh) của rôto theo hướng dọc trục được thiết lập trước dựa vào kết quả đo được. Máy đo sự mất cân bằng theo Tài liệu sáng chế 2 bao gồm thiết bị điều khiển, thiết bị này dự tính sự rung động còn lại ở mỗi tốc độ quay khi được giả định rằng khối lượng hiệu chỉnh được bổ sung vào hoặc bớt đi từ mặt được hiệu chỉnh, và hiển thị mức khối lượng của khối lượng hiệu chỉnh sẽ được gắn vào mặt được hiệu chỉnh và góc pha. Máy đo sự rung động còn lại với khối lượng hiệu chỉnh tương ứng với mức khối lượng được hiển thị bởi thiết bị điều khiển được gắn thực tế vào mặt được hiệu chỉnh, và lặp lại các quá trình kế tiếp cho đến khi sự rung động còn lại trở nên nhỏ hơn trị số được không chế. Khối lượng hiệu chỉnh được tính toán thông qua kỹ thuật bình phương nhỏ nhất.

Các tài liệu trong tình trạng kỹ thuật

Tài liệu sáng chế

Tài liệu sáng chế 1: Công bố sáng chế Nhật Bản số 2003-302305

Tài liệu sáng chế 2: Công bố sáng chế Nhật Bản số 2005-308538

Phương pháp hiệu chỉnh sự mất cân bằng được đề cập trong Tài liệu sáng chế 1 là sự hiệu chỉnh để làm cho trị số rung động tại tốc độ quay nhất định (tốc độ quay với trị số rung động lớn nhất) bằng không. Fig.17 thể hiện cách thức trị số rung động, được biểu thị bằng đường gạch chéo, được làm cho bằng không tại tốc độ quay nhất định

(tốc độ quay hiệu chỉnh trên Fig.17). Tuy nhiên, trong trường hợp này sự rung động không thể bị triệt tiêu nhỏ nhất có thể tại các tốc độ quay bất kỳ khác với tốc độ quay nhất định trong một số trường hợp. Trong trường hợp trên Fig.17, trị số rung động được biểu thị bằng đường nét liền vượt quá các chuẩn rung động ở cả hai phía của tốc độ quay nhất định. Tuy nhiên, tốc độ quay thực tế của bộ phận quay trong thiết bị quay như tuabin tăng áp nằm trong một khoảng rộng, và điều cần thiết là các chuẩn đối với rung động dọc trục của bộ phận quay có trị số rung động được thiết lập nhỏ hơn hoặc bằng trị số nhất định nằm trong khoảng tốc độ quay phổ biến tới một mức nào đó. Tức là, phương pháp hiệu chỉnh sự mất cân bằng được đề cập trong Tài liệu sáng chế 1 không thỏa mãn các chuẩn rung động dọc trục của thiết bị quay dạng tuabin tăng áp trong một vài trường hợp.

Ngược lại, máy đo sự cân bằng được đề cập trong Tài liệu sáng chế 2 đo sự rung động do mất cân bằng của rôto đối với mỗi tốc độ quay tùy ý được thiết lập trước giữa tốc độ quay chậm nhất và tốc độ quay nhanh nhất, và tính toán khối lượng hiệu chỉnh dựa trên kết quả đo được. Tiếp theo, máy đo sự cân bằng dự tính sự rung động còn lại tại mỗi tốc độ quay khi giả định rằng khối lượng hiệu chỉnh được bổ sung vào hoặc được loại bớt khỏi mặt được hiệu chỉnh. Do đó, không giống Tài liệu sáng chế 1, máy đo sự cân bằng theo Tài liệu sáng chế 2 có thể đối phó với các chuẩn rung động dọc trục có trị số rung động của bộ phận quay thiết lập nhỏ hơn hoặc bằng trị số nhất định, tại tốc độ quay nằm trong khoảng tốc độ quay phổ biến đến một mức nào đó. Tuy nhiên, theo máy đo sự cân bằng của Tài liệu sáng chế 2, khối lượng hiệu chỉnh được tính toán thông qua kỹ thuật bình phương nhỏ nhất, và do đó sự rung động còn lại có thể vượt ra ngoài các chuẩn nằm trong khoảng các tốc độ quay xác định. Ví dụ, khi trị số rung động còn lại là rất nhỏ tại tốc độ quay khác với tốc độ quay nhất định nhưng khi trị số rung động còn lại vượt quá các chuẩn chỉ tại tốc độ quay nhất định, trị số rung động còn lại thường vượt quá các chuẩn tại tốc độ quay nhất định ngay cả khi khối lượng hiệu chỉnh, đã được tính toán và tối ưu hóa thông qua kỹ thuật bình phương nhỏ nhất, được áp dụng.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là đề xuất phương pháp hiệu chỉnh sự mất cân bằng và thiết bị tính toán lượng hiệu chỉnh sự mất cân bằng cho rôto khiến cho trị số rung động nằm trong khoảng các tốc độ quay xác định nhỏ hơn hoặc bằng các chuẩn.

Để đạt được mục tiêu nói trên và liên quan đến một khía cạnh của sáng chế, phương pháp hiệu chỉnh sự mất cân bằng dùng để hiệu chỉnh sự mất cân bằng của bộ phận quay được đề xuất. Phương pháp này bao gồm việc đo trạng thái rung động của bộ phận quay trước khi hiệu chỉnh tạm thời và trạng thái rung động của bộ phận quay sau khi hiệu chỉnh tạm thời tại nhiều tốc độ quay nằm trong khoảng các tốc độ quay xác định. Phương pháp này cũng bao gồm việc tính toán, từ các vector rung động tại các tốc độ quay tương ứng, khoảng tập hợp của các điểm cuối của các vector hiệu chỉnh dùng để thu được trị số rung động thỏa mãn các chuẩn rung động đối với mỗi tốc độ quay. Phương pháp này còn bao gồm: lựa chọn vector hiệu chỉnh cuối cùng từ các vector hiệu chỉnh có các điểm cuối nằm trong vùng nơi mà các khoảng tương ứng của các tập hợp được tính toán cho các tốc độ quay tương ứng chồng lên nhau trong số nhiều vector hiệu chỉnh; thiết lập lượng hiệu chỉnh cuối cùng và pha hiệu chỉnh cuối cùng dựa trên vector hiệu chỉnh cuối cùng; và hiệu chỉnh sự mất cân bằng của bộ phận quay dựa trên lượng hiệu chỉnh cuối cùng và pha hiệu chỉnh cuối cùng.

Thuật ngữ "khoảng các tốc độ quay xác định" có nghĩa là một khoảng các tốc độ quay mà tại đó quyết định liệu trị số rung động của bộ phận quay có nằm trong các chuẩn rung động hay không khi bộ phận quay quay tại tốc độ quay này. Nghĩa là, "khoảng các tốc độ quay xác định" được lựa chọn nằm trong khoảng các tốc độ quay của bộ phận quay khi bộ phận quay quay, ví dụ khoảng các tốc độ quay thực tế, và không luôn luôn phù hợp với khoảng các tốc độ quay thực tế. Thuật ngữ "vector hiệu chỉnh cuối cùng" là vector hiệu chỉnh bao gồm lượng hiệu chỉnh (lượng hiệu chỉnh cuối cùng) và pha hiệu chỉnh (pha hiệu chỉnh cuối cùng) để hiệu chỉnh sự mất cân bằng của bộ phận quay cuối cùng sau khi hiệu chỉnh tạm thời. Thuật ngữ "trạng thái rung động

của bộ phận quay" có thể được biểu hiện bởi, ví dụ, trị số rung động của bộ phận quay và pha của nó.

Theo phương pháp hiệu chỉnh sự mất cân bằng này, liên quan đến bộ phận quay chịu sự hiệu chỉnh mất cân bằng tạm thời, trạng thái rung động của bộ phận quay trước khi hiệu chỉnh tạm thời và trạng thái rung động của bộ phận quay sau khi hiệu chỉnh tạm thời được đo tại nhiều tốc độ quay nằm trong khoảng các tốc độ quay xác định. Tiếp theo, khoảng tập hợp các điểm cuối của các vector hiệu chỉnh dùng để thu được trị số rung động thỏa mãn các chuẩn rung động được tính toán cho mỗi tốc độ quay từ vector rung động tại mỗi tốc độ quay theo cả hai trạng thái rung động. Sau đó, vector hiệu chỉnh cuối cùng được lựa chọn từ các vector hiệu chỉnh có các điểm cuối nằm trong vùng nơi mà các khoảng tương ứng của các tập hợp chồng lên nhau trong số nhiều vector hiệu chỉnh. Lượng hiệu chỉnh (lượng hiệu chỉnh cuối cùng) và pha hiệu chỉnh (pha hiệu chỉnh cuối cùng) dùng để thực hiện sự hiệu chỉnh sự mất cân bằng cuối cùng được thiết lập dựa trên vector hiệu chỉnh cuối cùng này. Hơn thế nữa, sự hiệu chỉnh sự mất cân bằng được thực hiện dựa trên lượng hiệu chỉnh cuối cùng và pha hiệu chỉnh cuối cùng. Do đó, phương pháp hiệu chỉnh sự mất cân bằng có thể thiết lập trị số rung động của bộ phận quay nằm trong khoảng các tốc độ quay xác định là nhỏ hơn hoặc bằng các chuẩn.

Trong phương pháp hiệu chỉnh sự mất cân bằng, tốt hơn là các pha hiệu chỉnh, khi sự hiệu chỉnh tạm thời được thực hiện, được thiết lập dựa trên các pha rung động ban đầu của bộ phận quay tại tốc độ quay tương ứng với tần số riêng của đồ gá. Thuật ngữ "tần số riêng của đồ gá" có nghĩa là tần số riêng của bộ phận mà bao gồm hoàn toàn đồ gá và bộ phận quay trong tình trạng quay với bộ phận quay được đỡ bởi đồ gá được sử dụng khi trạng thái rung động của bộ phận quay được đo.

Khi phương pháp hiệu chỉnh sự mất cân bằng được thực hiện, phụ thuộc vào trạng thái mất cân bằng của bộ phận quay trước khi hiệu chỉnh tạm thời, có xu hướng là vector hiệu chỉnh cuối cùng thích hợp không thể được thiết lập nếu pha hiệu chỉnh

được thiết lập sẽ nằm trong khoảng được định trước khi sự hiệu chỉnh tạm thời được thực hiện. Tuy nhiên, khi pha hiệu chỉnh tạm thời này là pha mà khi sự hiệu chỉnh tạm thời được thực hiện được thiết lập như được mô tả ở trên liên quan đến tần số riêng của đồ gá, pha hiệu chỉnh tạm thời trở thành trị số tương thích hơn nữa. Do đó, phương pháp hiệu chỉnh sự mất cân bằng có thể thiết lập vector hiệu chỉnh cuối cùng tương thích hơn nữa không phân biệt trạng thái mất cân bằng của bộ phận quay trước khi hiệu chỉnh tạm thời.

Trong phương pháp hiệu chỉnh sự mất cân bằng, tốt hơn là lượng hiệu chỉnh, khi sự hiệu chỉnh tạm thời được thực hiện, được tính toán dựa trên mối quan hệ giữa trị số trung bình của các trị số rung động ban đầu của bộ phận quay và lượng mất cân bằng ở trạng thái ban đầu. Khi phương pháp hiệu chỉnh sự mất cân bằng được áp dụng, phụ thuộc vào trạng thái mất cân bằng của bộ phận quay trước khi hiệu chỉnh tạm thời và lượng hiệu chỉnh tạm thời là lượng hiệu chỉnh khi sự hiệu chỉnh tạm thời được áp dụng; có xu hướng là trị số rung động của bộ phận quay không thỏa mãn các chuẩn rung động. Đó là, khi sự hiệu chỉnh sự mất cân bằng được thực hiện dựa trên lượng hiệu chỉnh cuối cùng và pha hiệu chỉnh cuối cùng cả hai được thiết lập dựa trên vector hiệu chỉnh cuối cùng, trị số rung động sau khi hiệu chỉnh cuối cùng dường như trở nên không phù hợp với trị số rung động được dự tính. Tuy nhiên, khi đó lượng hiệu chỉnh tạm thời, là lượng hiệu chỉnh khi sự hiệu chỉnh tạm thời được áp dụng, được tính toán như được mô tả ở trên kết hợp với trị số trung bình của các trị số rung động ban đầu, lượng hiệu chỉnh tạm thời trở thành lượng hiệu chỉnh thích hợp hơn nữa. Theo đó, trị số rung động của bộ phận quay sau khi hiệu chỉnh sự mất cân bằng được thực hiện dựa trên lượng hiệu chỉnh cuối cùng và pha hiệu chỉnh cuối cùng, cả hai được thiết lập dựa trên vector hiệu chỉnh cuối cùng chắc chắn thỏa mãn hơn nữa các chuẩn rung động.

Trong phương pháp hiệu chỉnh sự mất cân bằng, với vai trò là vector hiệu chỉnh cuối cùng, tốt hơn là vector hiệu chỉnh có hiệu quả hiệu chỉnh cao nhất được lựa chọn trong số các vector hiệu chỉnh có các điểm cuối nằm trong vùng nơi mà các khoảng

tương ứng của các tập hợp chồng lên nhau. Trong trường hợp này, vector hiệu chỉnh tối ưu hóa được lựa chọn làm vector hiệu chỉnh cuối cùng.

Theo các khía cạnh khác của sáng chế, thiết bị tính toán lượng hiệu chỉnh sự mất cân bằng được đề xuất, thiết bị này tính toán lượng hiệu chỉnh để hiệu chỉnh sự mất cân bằng của bộ phận quay. Thiết bị bao gồm bộ phận đo tốc độ quay để đo tốc độ quay của bộ phận quay, bộ phận đo trị số rung động, bộ phận đo pha rung động, và bộ phận tính toán tính toán lượng hiệu chỉnh thích hợp dùng để hiệu chỉnh sự mất cân bằng của bộ phận quay. Bộ phận tính toán tính toán, cho mỗi tốc độ quay, khoảng tập hợp của các điểm cuối của các vector hiệu chỉnh dùng để thu được trị số rung động thỏa mãn các chuẩn rung động từ vector rung động tại mỗi tốc độ quay dựa trên trạng thái rung động của bộ phận quay trước khi hiệu chỉnh tạm thời và trạng thái rung động của bộ phận quay sau khi hiệu chỉnh tạm thời, cả hai được đo tại nhiều tốc độ quay nằm trong khoảng các tốc độ quay xác định. Bộ phận tính toán cũng lựa chọn vector hiệu chỉnh cuối cùng từ các vector hiệu chỉnh có các điểm cuối nằm trong vùng nơi mà ở đó các khoảng tương ứng của các tập hợp ở các tốc độ quay tương ứng chồng lên nhau trong số nhiều vector hiệu chỉnh. Hơn thế nữa, bộ phận tính toán tính toán lượng hiệu chỉnh thích hợp dựa trên vector hiệu chỉnh cuối cùng. Thuật ngữ "lượng hiệu chỉnh thích hợp" có nghĩa là cả lượng hiệu chỉnh (lượng hiệu chỉnh cuối cùng) lẫn pha hiệu chỉnh (pha hiệu chỉnh cuối cùng) đều cần thiết cho việc hiệu chỉnh sự mất cân bằng của bộ phận quay.

Thiết bị tính toán lượng hiệu chỉnh sự mất cân bằng này có thể thực hiện, trong số các quá trình khi phương pháp hiệu chỉnh sự mất cân bằng được đề cập ở trên được thực hiện, các quá trình cho đến quyết định về lượng hiệu chỉnh (lượng hiệu chỉnh cuối cùng) và pha hiệu chỉnh (pha hiệu chỉnh cuối cùng) cuối cùng là dùng để hiệu chỉnh sự mất cân bằng dựa trên vector hiệu chỉnh cuối cùng. Khi sự mất cân bằng của bộ phận quay cuối cùng được hiệu chỉnh bằng lượng hiệu chỉnh cuối cùng và pha hiệu chỉnh cuối cùng, cả hai lượng hiệu chỉnh này được tính toán theo cách này, trị số rung động

của bộ phận quay nằm trong khoảng các tốc độ quay xác định có thể nhỏ hơn hoặc bằng các chuẩn.

Tốt hơn là bộ phận tính toán tính toán pha hiệu chỉnh khi sự hiệu chỉnh tạm thời được thực hiện dựa trên pha rung động ban đầu của bộ phận quay tại tốc độ quay tương ứng với tần số riêng của đồ gá. Do đó, thiết bị tính toán lượng hiệu chỉnh sự mất cân bằng có thể tính toán vector hiệu chỉnh cuối cùng thích hợp mà không quan tâm đến trạng thái mất cân bằng của bộ phận quay trước khi hiệu chỉnh tạm thời.

Tốt hơn là bộ phận tính toán tính toán lượng hiệu chỉnh khi sự hiệu chỉnh tạm thời được thực hiện dựa trên mối quan hệ giữa trị số trung bình của các trị số rung động ban đầu của bộ phận quay và lượng mất cân bằng ở trạng thái ban đầu. Do đó, lượng hiệu chỉnh tạm thời trở thành lượng hiệu chỉnh thích hợp. Trị số rung động của bộ phận quay sau khi hiệu chỉnh sự mất cân bằng được thực hiện bằng lượng hiệu chỉnh cuối cùng và pha hiệu chỉnh cuối cùng, cả hai được thiết lập dựa trên vector hiệu chỉnh cuối cùng luôn thỏa mãn các chuẩn rung động.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là lưu đồ thể hiện tiến trình của phương pháp hiệu chỉnh sự mất cân bằng theo phương án thứ nhất;

Fig.2 là sơ đồ thể hiện thiết bị hiệu chỉnh thực hiện phương pháp hiệu chỉnh sự mất cân bằng trên Fig.1 và thiết bị quay chịu sự hiệu chỉnh;

Fig.3(a) là đồ thị thể hiện mối quan hệ giữa tốc độ quay và trị số rung động của bộ phận quay được thể hiện trên Fig.2 ở trạng thái rung động ban đầu;

Fig.3(b) là đồ thị thể hiện mối quan hệ giữa tốc độ quay và pha ở trạng thái rung động ban đầu;

Fig.4 là sơ đồ thể hiện, có vòng tròn chế độ, mối quan hệ giữa vector rung động và các chuẩn rung động của bộ phận quay được thể hiện trên Fig.2;

Fig.5(a) và Fig.5(b) là các biểu đồ, mỗi biểu đồ thể hiện hoạt động thu được

vectơ hiệu chỉnh khiến cho trị số rung động tại tốc độ quay nhất định nằm trong các chuẩn;

Fig.6(a) và Fig.6(b) là các biểu đồ, mỗi biểu đồ thể hiện hoạt động thu được vectơ hiệu chỉnh khiến cho trị số rung động tại mỗi tốc độ quay nằm trong các chuẩn;

Fig.7 là đồ thị thể hiện mối quan hệ giữa tốc độ quay và trị số rung động của bộ phận quay trước và sau khi hiệu chỉnh sự mất cân bằng;

Fig.8 là sơ đồ thể hiện trường hợp trong đó các vòng tròn thể hiện khoảng tập hợp các điểm cuối của các vectơ hiệu chỉnh tại các tốc độ quay tương ứng không chồng lên nhau;

Fig.9 là hình chiếu từ phía trước thể hiện thiết bị đặt khối lượng kiểm tra;

Các Fig.10(a) đến Fig.10(d) là các biểu đồ, mỗi biểu đồ thể hiện mối quan hệ giữa vị trí được lắp đặt của khối lượng kiểm tra trong phôi gia công khác với vị trí không có nghiệm và có/không có nghiệm;

Fig.11 là lưu đồ thể hiện quy trình hiệu chỉnh tạm thời theo phương pháp hiệu chỉnh sự mất cân bằng theo phương án thứ hai;

Fig.12(a) và Fig.12(b) là các biểu đồ, mỗi biểu đồ thể hiện mối quan hệ giữa sự rung động ban đầu, sự rung động được hiệu chỉnh thử nghiệm và sự rung động được hiệu chỉnh thực tế;

Fig.13 là đồ thị thể hiện mối quan hệ giữa lượng mất cân bằng trong ở trạng thái ban đầu và trị số trung bình rung động ban đầu;

Fig.14 là lưu đồ thể hiện tiến trình hiệu chỉnh tạm thời theo phương pháp hiệu chỉnh sự mất cân bằng theo phương án thứ ba;

Các Fig.15(a) đến Fig.15(d) là các đồ thị thể hiện kỹ thuật mài đai ốc cánh tuabin thông thường;

Các Fig.16(a) đến Fig.16(d) là các đồ thị, mỗi hình thể hiện phương pháp mài

đai ốc cánh tuabin theo phương án thứ tư; và

Fig.17 là đồ thị thể hiện nhược điểm kỹ thuật khi sự hiệu chỉnh được thực hiện theo giải pháp kỹ thuật được đề cập trong Tài liệu sáng chế 1.

Mô tả chi tiết sáng chế

Các Fig.1 đến Fig.7 thể hiện phương pháp hiệu chỉnh sự mất cân bằng đối với tuabin tăng áp ô tô theo phương án thứ nhất của sáng chế.

Như được thể hiện trên Fig.1, phương pháp hiệu chỉnh sự mất cân bằng bao gồm bước đo sự rung động ban đầu S1, bước hiệu chỉnh tạm thời S2, bước kiểm tra trạng thái mất cân bằng S3, bước tính toán khoảng tập hợp các vector hiệu chỉnh S4, bước tính toán lượng hiệu chỉnh thích hợp S5, và bước hiệu chỉnh sự mất cân bằng S6.

Trong bước đo sự rung động ban đầu S1, trạng thái rung động ban đầu của tuabin tăng áp là thiết bị quay chẳng hạn, trạng thái rung động trước khi hiệu chỉnh tạm thời, cụ thể hơn, trị số rung động của tuabin tăng áp trước khi hiệu chỉnh tạm thời và pha của nó được đo tại nhiều tốc độ quay nằm trong khoảng các tốc độ quay xác định. Tiếp theo, mối quan hệ giữa tốc độ quay và trị số rung động và mối quan hệ giữa tốc độ quay và pha thu được đối với mỗi tốc độ quay.

Trong bước hiệu chỉnh tạm thời S2, sự hiệu chỉnh tạm thời được thực hiện dựa trên vector hiệu chỉnh tùy ý. Để hiệu chỉnh sự mất cân bằng của tuabin tăng áp, hiện có kỹ thuật bổ sung khối lượng cho tuabin tăng áp và kỹ thuật loại bỏ phần hiệu chỉnh là một phần của tuabin tăng áp. Trong phương án này, kỹ thuật loại bỏ phần hiệu chỉnh được thực hiện.

Trong bước kiểm tra trạng thái mất cân bằng S3, các trạng thái rung động của tuabin tăng áp đã trải qua sự hiệu chỉnh tạm thời được đo tại nhiều tốc độ quay nằm trong khoảng các tốc độ quay xác định. Mối quan hệ giữa vòng tròn biểu thị các chuẩn rung động và vector rung động được lấy từ kết quả đo đối với mỗi tốc độ quay.

Trong bước tính toán khoảng tập hợp các vector hiệu chỉnh S4, các khoảng

tương ứng của tập hợp các điểm cuối của các vector hiệu chỉnh tại các tốc độ quay tương ứng nằm trong khoảng các tốc độ quay xác định được tính toán dựa trên mối quan hệ giữa các vector rung động tại nhiều tốc độ quay nằm trong khoảng các tốc độ quay xác định thu được trong bước kiểm tra trạng thái mất cân bằng S3 và vòng tròn biểu thị các chuẩn rung động, và vector hiệu chỉnh để hiệu chỉnh sự mất cân bằng của sự rung động được đo trong bước đo sự rung động ban đầu S1.

Trong bước tính toán lượng hiệu chỉnh thích hợp S5, vector hiệu chỉnh cuối cùng được lựa chọn dựa trên vùng nơi mà các khoảng tương ứng của tập hợp các điểm cuối của các vector hiệu chỉnh tại các tốc độ quay tương ứng được tính toán trong bước tính toán khoảng tập hợp các vector hiệu chỉnh S4 chồng lên nhau. Lượng hiệu chỉnh cuối cùng được tính toán từ trị số rung động của vector hiệu chỉnh cuối cùng. Hơn nữa, pha hiệu chỉnh cuối cùng được tính toán và thiết lập từ pha của vector hiệu chỉnh cuối cùng.

Trong bước hiệu chỉnh sự mất cân bằng S6, quá trình hiệu chỉnh được thực hiện dựa trên lượng hiệu chỉnh cuối cùng và pha hiệu chỉnh cuối cùng được tính toán trong bước tính toán lượng hiệu chỉnh thích hợp S5.

Fig.2 thể hiện thiết bị hiệu chỉnh thực hiện phương pháp hiệu chỉnh sự mất cân bằng. Thiết bị hiệu chỉnh bao gồm đồ gá lắp 12 được kẹp chặt vào tám đế 10 thông qua chi tiết cao su hấp thụ rung động 11, bộ phận dò rung động 13, bộ chỉ báo tốc độ quay laze 14, là bộ phận đo tốc độ quay, bộ phân tích FFT 15, thiết bị điều khiển 16, là bộ phận tính toán, và thiết bị gia công hiệu chỉnh 17. Thiết bị tính toán lượng hiệu chỉnh sự mất cân bằng tính toán lượng hiệu chỉnh thích hợp để hiệu chỉnh sự mất cân bằng của tuabin tăng áp 20 bao gồm tám đế 10, các chi tiết cao su hấp thụ rung động 11, đồ gá lắp 12, bộ phận dò rung động 13, bộ chỉ báo tốc độ quay laze 14, bộ phân tích FFT 15, và thiết bị điều khiển 16. Bộ phận đo trị số rung động đo trị số rung động của tuabin tăng áp 20 và bộ phận đo pha rung động đo pha rung động của tuabin tăng áp 20 được tạo kết cấu lần lượt bởi bộ phận dò rung động 13 và bộ phân tích FFT 15.

Tuabin tăng áp 20 được lắp trên đồ gá lắp 12. Đồ gá lắp 12 nối với ống dẫn 31 cấp khí phân xưởng dạng khí nén đến cửa nạp (không được thể hiện trên hình vẽ) của tuabin tăng áp 20. Ống dẫn 31 được trang bị van hiệu chỉnh tốc độ dòng khí 32 để điều chỉnh lưu lượng khí nén được cấp đến tuabin tăng áp 20. Sự điều chỉnh van điều chỉnh tốc độ dòng khí 32 làm tốc độ quay của bánh tuabin của tuabin tăng áp 20 có thể điều chỉnh được.

Bộ phận dò rung động 13 đo sự rung động của tuabin tăng áp 20, và xuất ra tín hiệu đo thu được dưới dạng kết quả đo đến bộ phân tích FFT 15. Bộ chỉ báo tốc độ quay laze 14 đo tốc độ quay của cánh tuabin 21 là bộ phận quay của tuabin tăng áp 20, và xuất ra tín hiệu đo thu được dưới dạng kết quả đo tốc độ quay đến bộ phân tích FFT 15.

Bộ phân tích FFT 15 thực hiện sự phân tích tần số dựa trên các tín hiệu đo lần lượt nhận được từ bộ phận dò rung động 13 và bộ chỉ báo tốc độ quay laze 14 và xuất ra tín hiệu là kết quả phân tích cho thiết bị điều khiển 16.

Thiết bị điều khiển 16 tính toán, đối với mỗi tốc độ quay dựa trên trạng thái rung động của bộ phận quay trước khi hiệu chỉnh tạm thời (nghĩa là trị số rung động của tuabin tăng áp 20 và pha của nó) được đo tại nhiều tốc độ quay nằm trong khoảng các tốc độ quay xác định dựa trên tín hiệu đầu ra được nhận từ bộ phân tích FFT 15, và trạng thái rung động sau khi hiệu chỉnh tạm thời, khoảng tập hợp của các điểm cuối của các vector hiệu chỉnh để thu được trị số rung động thỏa mãn các chuẩn rung động từ các vector rung động tại các tốc độ quay tương ứng. Thiết bị điều khiển 16 lựa chọn vector hiệu chỉnh cuối cùng từ các vector hiệu chỉnh có các điểm cuối tương ứng nằm trong vùng nơi mà khoảng các tập hợp tại các tốc độ quay tương ứng chồng lên nhau trong số nhiều vector hiệu chỉnh. Thiết bị điều khiển 16 tính toán lượng hiệu chỉnh thích hợp để hiệu chỉnh sự mất cân bằng của bộ phận quay, ví dụ, lượng hiệu chỉnh cuối cùng và pha hiệu chỉnh cuối cùng (hướng hiệu chỉnh) dựa trên vector hiệu chỉnh cuối cùng được lựa chọn. Theo phương án này, gia tốc được sử dụng làm trị số rung động.

Thiết bị điều khiển 16 xuất ra các tín hiệu bao gồm lượng hiệu chỉnh cuối cùng và pha hiệu chỉnh cuối cùng đến thiết bị gia công hiệu chỉnh 17 dựa trên lượng hiệu chỉnh thích hợp.

Thiết bị gia công hiệu chỉnh 17 hiệu chỉnh sự mất cân bằng dựa trên các tín hiệu xuất ra bởi thiết bị điều khiển 16. Thiết bị gia công hiệu chỉnh 17 hiệu chỉnh sự mất cân bằng bằng cách cắt đai ốc cánh tuabin 22 dùng để kẹp chặt cánh tuabin 21 vào trục.

(Hoạt động)

Tiếp theo, phần sau đây sẽ giải thích sự hoạt động của thiết bị hiệu chỉnh có sử dụng kết cấu được mô tả ở trên.

Như được thể hiện trên Fig.2, với tuabin tăng áp 20 được lắp vào phần được định trước của thiết bị hiệu chỉnh thông qua đồ gá lắp 12, phương pháp hiệu chỉnh sự mất cân bằng được thực hiện theo lưu đồ trên Fig.1.

Đầu tiên, trong bước đo sự rung động ban đầu S1, thiết bị điều khiển 16 nhận các tín hiệu đo từ bộ phận dò rung động 13 và bộ chỉ báo tốc độ quay laze 14 thông qua bộ phân tích FFT 15 nằm trong khoảng các tốc độ quay xác định, nhờ đó kiểm tra (nắm được) trạng thái rung động ban đầu của tuabin tăng áp 20, ví dụ, trị số rung động ban đầu của tuabin tăng áp 20 và pha ban đầu của nó. Cụ thể hơn, thiết bị điều khiển 16 điều chỉnh van điều chỉnh tốc độ dòng khí 32, do đó thay đổi tốc độ quay của cánh tuabin 21 với khoảng cách quãng là 200 vòng/phút nằm trong khoảng các tốc độ quay xác định, khoảng này là từ 60000 vòng/phút đến 85000 vòng/phút chẳng hạn. Thiết bị điều khiển 16 nhận các tín hiệu đo từ bộ phận dò rung động 13 và bộ chỉ báo tốc độ quay laze 14 tại mỗi tốc độ quay thông qua bộ phân tích FFT 15. Kết quả là, thiết bị điều khiển 16 thu được mối quan hệ giữa tốc độ quay của tuabin tăng áp 20 và trị số rung động của nó như được thể hiện trên Fig.3(a), và thu được mối quan hệ giữa tốc độ quay và pha như được thể hiện trên Fig.3(b).

Như được thể hiện trên Fig.3(a), trị số rung động của tuabin tăng áp 20 trở nên lớn nhất tại tốc độ quay 80000 vòng/phút chẳng hạn, và như được thể hiện trên Fig.3(b), pha tại thời điểm này là 109 độ. Khi mối quan hệ này được vẽ ra bằng kỹ thuật vòng tròn chế độ sao cho, trong hệ tọa độ có một gốc và một trục tham chiếu, trị số rung động được biểu thị bằng khoảng cách từ gốc của tọa độ và pha được biểu thị bằng góc từ trục tham chiếu của tọa độ, đường cong C được thể hiện trên Fig.4 thu được. Đường cong C là quỹ đạo của điểm cuối của vector rung động. Trục tham chiếu là trục chạy về bên phải từ điểm gốc trên Fig.4. Pha được biểu thị bằng giá trị dương khi được đo theo hướng ngược chiều kim đồng hồ từ trục tham chiếu, và được biểu thị bằng giá trị âm khi được đo theo chiều quay kim đồng hồ. Trên Fig.4, đường thẳng có điểm đầu là điểm gốc và điểm cuối là điểm trên đường cong C là vector rung động tại tốc độ quay tương ứng với điểm này. Fig.4 thể hiện vector rung động tại tốc độ quay 80000 vòng/phút. Fig.4 mô tả các chuẩn rung động bằng đường tròn quanh điểm gốc. Đó là, trên Fig.4, phần đường cong C biểu thị tốc độ quay của tuabin tăng áp 20 khác với các phần nằm trong vòng tròn các chuẩn rung động (ví dụ, phần bên ngoài đường tròn) không thỏa mãn các chuẩn rung động.

Tiếp theo, trong bước hiệu chỉnh tạm thời S2, thiết bị điều khiển 16 thực hiện sự hiệu chỉnh tạm thời sự mất cân bằng của tuabin tăng áp 20 dựa trên vector hiệu chỉnh tùy ý. Cụ thể hơn, thiết bị điều khiển 16 tính toán, ví dụ, vector hiệu chỉnh tương ứng với vector rung động tại tốc độ quay của trị số rung động lớn nhất. Hơn nữa, thiết bị điều khiển 16 xuất ra các tín hiệu bao gồm lượng hiệu chỉnh và hướng hiệu chỉnh được tính toán dựa trên trị số rung động của vector hiệu chỉnh và pha của nó cho thiết bị gia công hiệu chỉnh 17. Thiết bị gia công hiệu chỉnh 17 cắt đai ốc cánh tuabin 22 dựa trên các tín hiệu xuất ra bởi thiết bị điều khiển 16 (xem đai ốc cánh tuabin 22 và dụng cụ mài 26 được thể hiện trên Fig.15 chẳng hạn).

Tiếp theo đó, trong bước kiểm tra trạng thái mất cân bằng S3, thiết bị điều khiển 16 nhận các tín hiệu đo tương ứng từ bộ phận dò rung động 13 và bộ chỉ báo tốc

độ quay laze 14 thông qua bộ phân tích FFT 15 tại nhiều tốc độ quay nằm trong khoảng các tốc độ quay xác định, do đó việc kiểm tra và theo dõi trạng thái rung động (trị số rung động và pha) của tuabin tăng áp 20. Sau đó, tương tự như bước đo sự rung động ban đầu S1, mối quan hệ giữa tốc độ quay của tuabin tăng áp 20 và trị số rung động của nó và mối quan hệ giữa tốc độ quay của tuabin tăng áp 20 và pha của nó thu được tại nhiều tốc độ quay nằm trong khoảng các tốc độ quay xác định. Tiếp theo, thiết bị điều khiển 16 thu được mối quan hệ giữa vòng tròn biểu thị các chuẩn rung động của tuabin tăng áp 20 và vectơ rung động tại mỗi tốc độ quay với khoảng cách quãng 200 vòng/phút nằm trong khoảng các tốc độ quay xác định. Cụ thể hơn, dựa trên mối quan hệ trong số mỗi tốc độ quay, trị số rung động, và pha, như được thể hiện trên Fig.5(a), trong hệ tọa độ có trị số rung động được thể hiện bằng khoảng cách từ điểm gốc và pha được thể hiện bằng góc từ trục tham chiếu, đường cong C biểu thị vị trí của điểm cuối của vectơ rung động tại mỗi tốc độ quay được đưa ra. Điểm cuối của vectơ rung động tại mỗi tốc độ quay được thể hiện bằng điểm trên đường cong được thể hiện trên Fig.5(a). Các đường thẳng tương ứng có điểm đầu là điểm gốc trong hệ tọa độ trên Fig.5(a) và điểm cuối là điểm trên đường cong C là các vectơ rung động tại các tốc độ quay tương ứng.

Tiếp theo, trong bước tính toán khoảng tập hợp các vectơ hiệu chỉnh S4, thiết bị điều khiển 16 tính toán khoảng tập hợp các điểm cuối của các vectơ hiệu chỉnh tại các tốc độ quay tương ứng dựa trên mối quan hệ giữa vectơ rung động tại mỗi tốc độ quay nằm trong khoảng các tốc độ quay xác định thu được trong bước kiểm tra trạng thái mất cân bằng S3 và vòng tròn biểu thị các chuẩn rung động. Số lượng các vectơ hiệu chỉnh khiến cho trị số rung động tại tốc độ quay nhất định θ vòng/phút nằm trong các chuẩn rung động không giới hạn là một. Ví dụ, như được thể hiện trên Fig.5(a), tương ứng với các vectơ V1, V2, và V3 tương ứng nối liền các điểm θ tương ứng với tốc độ quay nhất định và trên đường cong C với các điểm (chỉ ba điểm được thể hiện trong hình vẽ là ví dụ đại diện) nằm trong đường tròn của các chuẩn rung động, các vectơ hiệu chỉnh V1s, V2s và V3s được trình bày như được thể hiện trên Fig.5(b). Như

được thể hiện trên Fig.5(b), khoảng nằm trong đường tròn AS nơi mà các điểm cuối của tất cả các vectơ hiệu chỉnh $V1s$, $V2s$, và $V3s$ được tính toán một cách tương ứng với các vectơ tương ứng $V1$, $V2$, và $V3$ trên Fig.5(a) là khoảng tập hợp các điểm cuối của các vectơ hiệu chỉnh.

Tiếp theo, trong bước tính toán lượng hiệu chỉnh thích hợp S5, thiết bị điều khiển 16 tính toán khoảng tập hợp các điểm cuối của các vectơ hiệu chỉnh tại các tốc độ quay tương ứng trên đường cong C trước khi chuẩn hóa được thể hiện trên Fig.6(a). Như được thể hiện trên Fig.6(b), khoảng tập hợp các điểm cuối của các vectơ hiệu chỉnh tương ứng với các tốc độ quay tương ứng có thể được trình bày bằng đường tròn AS có một phần của khoảng tập hợp chồng lên đường tròn AS của khoảng tập hợp khác. Trên Fig.6(b), đường thẳng có điểm cuối là điểm nằm trong vùng chồng lên nhau Ao của mỗi đường tròn As và điểm đầu là điểm gốc của tọa độ là vectơ hiệu chỉnh biểu thị lượng hiệu chỉnh thích hợp. Cụ thể hơn, vectơ hiệu chỉnh khiến cho trị số rung động, tại mỗi tốc độ quay nằm trong khoảng các tốc độ quay xác định của tuabin tăng áp 20 trải qua sự hiệu chỉnh sự mất cân bằng, nằm trong các chuẩn rung động. Thiết bị điều khiển 16 mô phỏng hiệu quả hiệu chỉnh sự mất cân bằng đối với tất cả các vectơ hiệu chỉnh biểu thị lượng hiệu chỉnh thích hợp khi sự hiệu chỉnh được thực hiện dựa trên lượng hiệu chỉnh và pha hiệu chỉnh được tính toán trên chuẩn của các vectơ hiệu chỉnh. Tiếp theo, thiết bị điều khiển 16 lựa chọn vectơ hiệu chỉnh cuối cùng là vectơ hiệu chỉnh có hiệu quả hiệu chỉnh cao nhất, nhờ đó tính toán lượng hiệu chỉnh thích hợp (lượng hiệu chỉnh cuối cùng và pha hiệu chỉnh cuối cùng) từ trị số rung động của vectơ hiệu chỉnh cuối cùng và pha của nó.

Sau đó, trong bước hiệu chỉnh sự mất cân bằng S6, thiết bị điều khiển 16 xuất ra, đến thiết bị gia công hiệu chỉnh 17, các tín hiệu lệnh biểu thị lượng hiệu chỉnh cuối cùng (mức độ cắt) và pha hiệu chỉnh cuối cùng (vị trí cắt) của đai ốc cánh tuabin 22 tương ứng với lượng hiệu chỉnh thích hợp được tính toán trong bước tính toán lượng hiệu chỉnh thích hợp S5. Thiết bị gia công hiệu chỉnh 17 cắt đai ốc cánh tuabin 22 dựa

trên các tín hiệu lệnh này. Sau bước hiệu chỉnh sự mất cân bằng S6, mối quan hệ giữa trị số rung động của tuabin tăng áp 20 và tốc độ quay của nó trở thành có các trị số rung động thỏa mãn các chuẩn rung động tại tất cả các tốc độ quay nằm trong khoảng các tốc độ quay xác định như được thể hiện trên Fig.7.

Theo phương án này, các ưu điểm sau đây đạt được.

(1) Phương pháp hiệu chỉnh sự mất cân bằng đo trạng thái rung động (trị số rung động của bộ phận quay và pha của nó) của bộ phận quay trước khi hiệu chỉnh tạm thời và trạng thái rung động của bộ phận quay sau khi hiệu chỉnh tạm thời tại nhiều tốc độ quay nằm trong khoảng các tốc độ quay xác định. Hơn nữa, phương pháp hiệu chỉnh sự mất cân bằng tính toán, đối với mỗi tốc độ quay, khoảng tập hợp các điểm cuối của các vectơ hiệu chỉnh để thu được trị số rung động mà thỏa mãn các chuẩn rung động từ vectơ rung động tại mỗi tốc độ quay. Hơn thế nữa, phương pháp hiệu chỉnh sự mất cân bằng lựa chọn vectơ hiệu chỉnh cuối cùng từ các vectơ hiệu chỉnh có các điểm cuối nằm trong vùng nơi mà các khoảng tương ứng của các tập hợp tại các tốc độ quay tương ứng chồng lên nhau trong số nhiều vectơ hiệu chỉnh. Tiếp theo, phương pháp hiệu chỉnh sự mất cân bằng tính toán lượng hiệu chỉnh cuối cùng và pha hiệu chỉnh cuối cùng dựa trên vectơ hiệu chỉnh cuối cùng, và hiệu chỉnh sự mất cân bằng của bộ phận quay dựa trên lượng hiệu chỉnh cuối cùng và pha hiệu chỉnh cuối cùng của nó. Sau đó, phương pháp hiệu chỉnh sự mất cân bằng có thể khiến cho trị số rung động của tuabin tăng áp 20 trong khoảng các tốc độ quay xác định nhỏ hơn hoặc bằng các chuẩn.

(2) Phương pháp hiệu chỉnh sự mất cân bằng lựa chọn, dưới dạng vectơ hiệu chỉnh cuối cùng, vectơ hiệu chỉnh có hiệu quả hiệu chỉnh cao nhất trong số các vectơ hiệu chỉnh có các điểm cuối nằm trong vùng nơi mà các khoảng tương ứng của các tập hợp chồng lên nhau. Sau đó, vectơ hiệu chỉnh tối ưu hóa có thể được lựa chọn làm vectơ hiệu chỉnh cuối cùng.

(3) Thiết bị hiệu chỉnh bao gồm thiết bị tính toán lượng hiệu chỉnh sự mất cân

bằng (10 đến 16) và thiết bị gia công hiệu chỉnh 17. Thiết bị tính toán lượng hiệu chỉnh sự mất cân bằng (10 đến 16) bao gồm bộ phận đo tốc độ quay để dò tốc độ quay của bộ phận quay, bộ phận đo trị số rung động, bộ phận đo pha rung động, và bộ phận tính toán để tính toán lượng hiệu chỉnh thích hợp để hiệu chỉnh sự mất cân bằng. Bộ phận tính toán tính toán, đối với tốc độ quay, khoảng tập hợp các điểm cuối của các vector hiệu chỉnh để thu được trị số rung động thỏa mãn các chuẩn rung động từ vector rung động tại mỗi tốc độ quay dựa trên trạng thái rung động (trị số rung động của bộ phận quay và pha của nó) của bộ phận quay trước khi hiệu chỉnh tạm thời và được đo tại nhiều tốc độ quay nằm trong khoảng các tốc độ quay xác định và trạng thái rung động của bộ phận quay sau khi hiệu chỉnh tạm thời. Hơn nữa, bộ phận tính toán lựa chọn vector hiệu chỉnh cuối cùng từ các vector hiệu chỉnh có các điểm cuối nằm trong vùng nơi mà các khoảng tương ứng của các tập hợp tại các tốc độ quay tương ứng chồng lên nhau trong số nhiều vector hiệu chỉnh. Tiếp theo, bộ phận tính toán tính toán lượng hiệu chỉnh thích hợp dùng để hiệu chỉnh sự mất cân bằng của bộ phận quay dựa trên vector hiệu chỉnh cuối cùng. Sau đó, thiết bị tính toán lượng hiệu chỉnh sự mất cân bằng có thể thực hiện các quy trình thực hiện phương pháp hiệu chỉnh sự mất cân bằng cho đến khi quyết định lượng hiệu chỉnh cuối cùng và pha hiệu chỉnh cuối cùng đối với sự hiệu chỉnh sự mất cân bằng cuối cùng của bộ phận quay dựa trên vector hiệu chỉnh cuối cùng. Tiếp theo, thiết bị gia công hiệu chỉnh 17 thực hiện sự hiệu chỉnh sự mất cân bằng cuối cùng trên bộ phận quay dựa trên lượng hiệu chỉnh cuối cùng và pha hiệu chỉnh cuối cùng được quyết định, và do đó thiết bị hiệu chỉnh có thể khiến cho trị số rung động trong khoảng cách tốc độ quay xác định của bộ phận quay là nhỏ hơn hoặc bằng các chuẩn.

Fig.8 đến Fig.11 thể hiện phương án thứ hai của sáng chế. Trong phương án này, khi sự hiệu chỉnh tạm thời (cắt thử) được thực hiện trong bước hiệu chỉnh tạm thời S2, pha hiệu chỉnh tạm thời là pha hiệu chỉnh khi cắt thử được thực hiện trên đai ốc cánh tuabin 22 được tính toán dựa trên pha rung động ban đầu tại tốc độ quay của bộ phận quay tương ứng với tần số riêng của đồ gá. Phương án thứ hai khác với phương

án thứ nhất ở điểm này. Các chi tiết tương tự như phương án thứ nhất sẽ được biểu thị bằng các số chỉ dẫn tương tự và sự giải thích chi tiết của nó sẽ được bỏ qua.

Khi phương pháp hiệu chỉnh sự mất cân bằng theo phương án thứ nhất được áp dụng cho các phôi gia công khác nhau (các tuabin tăng áp), như được thể hiện trên Fig.8, trong bước tính toán lượng hiệu chỉnh thích hợp S5, một số đường tròn trong số các đường tròn AS không có vùng chồng lên nhau với các đường tròn khác phụ thuộc vào phôi gia công. Trên Fig.8, ví dụ, đường tròn phía dưới bên trái AS không chồng lên đường tròn phía trên bên phải AS và đường tròn phía dưới bên phải AS. Các đường tròn AS chỉ thị khoảng tập hợp các điểm cuối của các vector hiệu chỉnh dùng để thu được trị số rung động thỏa mãn các chuẩn rung động trong số các vector hiệu chỉnh được tính toán từ các vector rung động tại các tốc độ quay tương ứng. Nguyên nhân của các đường tròn AS này, các đường tròn không chồng lên nhau, được nghiên cứu và đã thấy rằng khi sự hiệu chỉnh được thực hiện theo hướng gia tăng độ cong, theo hướng đó độ cong của bộ phận quay gia tăng, lượng mất cân bằng rõ ràng của bộ phận quay gia tăng, và mối quan hệ tuyến tính giữa sự mất cân bằng và sự rung động không được thỏa mãn. Kết luận rằng, trong trường hợp này, kết quả tính toán của vector hiệu chỉnh có thể chứa các lỗi, và vì vậy một số đường tròn AS có thể không có vùng chồng lên nhau với một số đường tròn AS khác.

Để xác nhận điều này, như được thể hiện trên Fig.9, thiết bị đặt khối lượng kiểm tra 25 có nhiều lỗ lắp đặt 25a dùng cho các khối lượng kiểm tra được tạo ra theo hướng chu vi theo khoảng cách quãng định trước được gắn vào phôi gia công đã gây ra lỗi kỹ thuật trong bước tính toán lượng hiệu chỉnh thích hợp S5. Trên Fig.9, 12 lỗ lắp đặt 25a được tạo ra theo các khoảng cách quãng bằng nhau. Tiếp theo, với khối lượng kiểm tra lần lượt được lắp đặt vào lỗ lắp đặt tương ứng 25a, pha có nghiệm và pha không có nghiệm được kiểm tra. Thuật ngữ "pha có nghiệm" có nghĩa là pha khi tất cả các đường tròn AS trong số nhiều đường tròn AS có vùng chồng lên nhau một phần trong bước tính toán lượng hiệu chỉnh thích hợp S5 có khối lượng kiểm tra được lắp

đặt trong lỗ lắp đặt 25a tại pha này. Các đường tròn tương ứng AS chỉ thị khoảng tập hợp các điểm cuối của các vectơ hiệu chỉnh được tính toán để thu được trị số rung động thỏa mãn các chuẩn rung động dựa trên vectơ rung động tại mỗi tốc độ quay. Hơn nữa, thuật ngữ "pha không có nghiệm" có nghĩa là pha khi có đường tròn AS không chồng lên các đường tròn khác AS trong số nhiều đường tròn AS trong bước tính toán lượng hiệu chỉnh thích hợp S5 có khối lượng kiểm tra được lắp đặt vào lỗ lắp đặt 25a tại pha này. Trong trường hợp này, đường tròn AS này cũng chỉ thị khoảng tập hợp các điểm cuối của các vectơ hiệu chỉnh được tính toán để thu được trị số rung động thỏa mãn các chuẩn rung động dựa trên vectơ rung động tại mỗi tốc độ quay.

Kết quả là, đã xác nhận rằng không có tình trạng "không có nghiệm" trong tất cả các pha ngay cả trong trường hợp phôi gia công có vấn đề kỹ thuật trong bước tính toán lượng hiệu chỉnh thích hợp S5, nghĩa là phôi gia công không có nghiệm. Các Fig.10(a) đến Fig.10(d) minh họa một số kết quả đã kiểm tra. Trên Fig.10(a), nửa dưới của thiết bị đặt khối lượng kiểm tra 25 là pha có nghiệm, trong đó nửa trên của nó là pha không có nghiệm. Trên Fig.10(b), phần bên trái là pha có nghiệm, trong đó các phần còn lại là pha không có nghiệm. Trên Fig.10(c), chỉ một phần tại bên phải dưới đường chéo là pha có nghiệm, trong khi các phần còn lại là pha không có nghiệm. Trên Fig.10(d), nửa trên là pha có nghiệm, trong khi nửa dưới là pha không có nghiệm. Rõ ràng rằng có các pha có nghiệm và các pha không có nghiệm đối với mỗi phôi gia công. Hơn nữa, đã xác nhận rằng các pha có nghiệm có mặt liên tục theo hướng chu vi của phôi gia công, và các pha không có nghiệm có mặt liên tục theo hướng chu vi của phôi gia công. Hơn thế nữa, khoảng pha có nghiệm và khoảng pha không có nghiệm được xác nhận rằng là khác nhau với mỗi phôi gia công.

Khi pha lắp đặt, là pha biểu thị vị trí nơi mà khối lượng kiểm tra được lắp đặt, được thiết lập theo hướng mũi tên FA được thể hiện trong các Fig.10(a) đến Fig.10(d) trong mỗi phôi gia công, đã xác nhận rằng phôi gia công bất kỳ ở trong tình trạng "có nghiệm". Nghĩa là đã xác nhận rằng khi phương pháp hiệu chỉnh theo phương án thứ

nhất được thực hiện để hiệu chỉnh, nếu pha lắp đặt của khối lượng kiểm tra được thiết lập là pha mà trị số rung động cực đại sau khi hiệu chỉnh trở thành nhỏ nhất (pha hiệu chỉnh lý tưởng), tất cả phôi gia công là ở trong tình trạng "có nghiệm". Mũi tên FA chạy từ đường trục của phôi gia công đến điểm giữa của chiều rộng góc của pha có nghiệm trong mỗi phôi gia công. Do đó, khi pha hiệu chỉnh lý tưởng được dự tính từ kết quả đo sự rung động ban đầu (các kết quả đo được của trị số rung động của bộ phận quay trước khi hiệu chỉnh tạm thời và pha của nó), pha (hướng) mà tại đó sự hiệu chỉnh tạm thời được thực hiện trong bước hiệu chỉnh tạm thời S2 có thể là pha hiệu chỉnh thích hợp. Hơn nữa, trong bước tính toán lượng hiệu chỉnh thích hợp S5, tất cả các đường tròn có vùng chồng lên nhau một phần trong số nhiều đường tròn AS biểu thị khoảng tập hợp các điểm cuối của các vectơ hiệu chỉnh. Tức là, nó trở thành tình trạng "có nghiệm". Các đường tròn AS có thể thu được bằng cách tính toán khoảng tập hợp các điểm cuối của các vectơ hiệu chỉnh để thu được trị số rung động thỏa mãn các chuẩn rung động dựa trên các vectơ rung động tại các tốc độ quay tương ứng.

Khác với sự giải thích ở trên, khi sự hiệu chỉnh sự mất cân bằng được thực hiện trên bộ phận quay không phải bằng cách bổ sung khối lượng kiểm tra mà bằng cách cắt đai ốc cánh tuabin 22, pha (hướng) hiệu chỉnh là pha được dịch chuyển 180 độ từ pha lắp đặt của khối lượng kiểm tra. Tức là, hướng được dịch chuyển 180 độ từ hướng của mũi tên FA được thể hiện trên các Fig.10(a) đến Fig.10(d) là pha hiệu chỉnh lý tưởng (hướng của mũi tên FA) khi sự hiệu chỉnh được thực hiện trên phôi gia công bằng cách cắt đai ốc cánh tuabin 22.

Các đặc tính của phôi gia công xuất hiện nổi bật nhất tại tốc độ quay tương ứng với tần số riêng của đồ gá. Do đó, dự tính rằng hướng mất cân bằng của phôi gia công khớp với hướng mà trong đó sự rung động diễn ra. Hơn nữa, dự tính rằng pha hiệu chỉnh lý tưởng có thể được tìm thấy tại thời điểm đo sự rung động ban đầu, khi nắm được pha sự rung động của bộ phận quay tại tốc độ quay tương ứng với tần số riêng của đồ gá. Theo đó, khi mối quan hệ giữa tần số riêng của đồ gá và pha hiệu chỉnh lý

tường được kiểm tra bằng cách sử dụng các đồ gá với các tần số riêng khác nhau, đã xác nhận rằng hướng xuất hiện rung động và pha hiệu chỉnh lý tưởng khớp với nhau tại tốc độ quay tương ứng với tần số riêng của đồ gá. Thuật ngữ "tần số riêng của đồ gá" có nghĩa là tần số riêng của toàn bộ thiết bị hiệu chỉnh (tuy nhiên, phần trên của thiết bị hiệu chỉnh trên các chi tiết cao su hấp thụ rung động 11) bao gồm đồ gá lắp 12 và tuabin tăng áp 20 với tuabin tăng áp 20 trong tình trạng không quay được gắn vào đồ gá lắp 12 trên Fig.2.

Phương pháp hiệu chỉnh sự mất cân bằng theo phương án thứ hai được thực hiện theo cách như trong phần mô tả trên. Tức là, phương pháp hiệu chỉnh sự mất cân bằng của phương án thứ hai bao gồm các bước tương ứng theo phương án thứ nhất, nghĩa là bước đo sự rung động ban đầu S1, bước hiệu chỉnh tạm thời S2, bước kiểm tra trạng thái mất cân bằng S3, bước tính toán khoảng tập hợp các vector hiệu chỉnh S4, bước tính toán lượng hiệu chỉnh thích hợp S5, và bước hiệu chỉnh sự mất cân bằng S6, và chỉ có bước hiệu chỉnh tạm thời S2 là khác so với phương án thứ nhất. Như được thể hiện trên Fig.11, bước hiệu chỉnh tạm thời S2 theo phương án thứ hai bao gồm bước kiểm tra tần số riêng đồ gá S2-1 và pha hiệu chỉnh thử nhận được từ bước S2-2.

Trong bước kiểm tra tần số riêng đồ gá S2-1, thiết bị điều khiển 16 tính toán tốc độ quay tương ứng với tần số riêng của đồ gá từ tần số riêng của đồ gá được dò thấy khi tuabin tăng áp 20 ở trong tình trạng không quay. Tiếp theo, trong bước nhận được từ pha hiệu chỉnh thử S2-2, thiết bị điều khiển 16 thiết lập pha hiệu chỉnh (hướng hiệu chỉnh) tạm thời dựa trên pha rung động ban đầu của bộ phận quay tại tốc độ quay tương ứng với tần số riêng của đồ gá, và tính toán lượng hiệu chỉnh tạm thời, là lượng hiệu chỉnh trên chuẩn thử, từ vector hiệu chỉnh tương ứng với hướng hiệu chỉnh này. Tiếp theo, thiết bị điều khiển 16 xuất ra các tín hiệu bao gồm lượng hiệu chỉnh tạm thời được tính toán và pha hiệu chỉnh tạm thời đến thiết bị gia công hiệu chỉnh 17. Thiết bị gia công hiệu chỉnh 17 cắt (cắt thử) đai ốc cánh tuabin 22 dựa trên các tín hiệu xuất ra bởi thiết bị điều khiển 16. Sau đó, các bước tương ứng là các bước từ bước kiểm tra

trạng thái mất cân bằng S3 đến bước hiệu chỉnh sự mất cân bằng S6 được thực hiện giống như phương án thứ nhất, và sự hiệu chỉnh sự mất cân bằng này hoàn thành.

Vì vậy, theo phương án thứ hai, ưu điểm sau đây đạt được bên cạnh các ưu điểm tương tự như các ưu điểm từ (1) đến (3) của phương án thứ nhất.

(4) Pha hiệu chỉnh tại thời điểm hiệu chỉnh tạm thời được tính toán dựa trên pha rung động ban đầu tại tốc độ quay của bộ phận quay tương ứng với tần số riêng của đồ gá. Vì vậy, pha hiệu chỉnh tại thời điểm hiệu chỉnh tạm thời có thể lấy trị số thích hợp hơn. Thiết bị điều khiển 16 có thể tính toán vector hiệu chỉnh cuối cùng thích hợp hơn mà không quan tâm đến trạng thái mất cân bằng của bộ phận quay trước khi hiệu chỉnh tạm thời.

Các Fig.12(a) đến Fig.14 thể hiện phương án thứ ba của sáng chế. Phương án này khác với phương án thứ nhất ở chỗ mức độ cắt thử đai ốc cánh tuabin 22 được thiết lập là mức độ thích hợp hơn nữa để cắt đai ốc cánh tuabin 22 trên chuẩn thử khi sự hiệu chỉnh tạm thời (cắt thử) được thực hiện trong bước hiệu chỉnh tạm thời S2. Các chi tiết tương tự như phương án thứ nhất sẽ được biểu thị bởi cùng số chỉ dẫn, và sự giải thích chi tiết về các chỉ số này sẽ được bỏ qua.

Khi phương pháp hiệu chỉnh sự mất cân bằng theo phương án thứ nhất được áp dụng cho các phôi gia công khác nhau (các tuabin tăng áp), trị số rung động sau khi hiệu chỉnh không thỏa mãn các chuẩn rung động phụ thuộc vào phôi gia công. Cụ thể hơn, ngay cả khi sự hiệu chỉnh cuối cùng đã được thực hiện sao cho lượng hiệu chỉnh thích hợp (lượng hiệu chỉnh và pha hiệu chỉnh) được tính toán trong bước tính toán lượng hiệu chỉnh thích hợp S5 được hoàn thành, trị số rung động của bộ phận quay (trị số rung động của tuabin tăng áp) sau khi hiệu chỉnh cuối cùng có thể không khớp trị số rung động dự tính được dự tính khi nó thu được sau khi hiệu chỉnh cuối cùng. Nguyên nhân của lỗi kỹ thuật này đã được nghiên cứu, và đã kết luận rằng sự đo rung động của bộ phận quay luôn luôn chứa tính biến thiên, và phụ thuộc vào lượng hiệu chỉnh tại thời điểm hiệu chỉnh tạm thời theo bước hiệu chỉnh tạm thời S2, tính biến thiên tại thời

điểm của sự đo rung động sau khi hiệu chỉnh tạm thời trở nên lớn. Kết quả là, điều này hiểu rằng trị số rung động được dự tính của bộ phận quay và kết quả hiệu chỉnh thực tế (trị số rung động sau khi hiệu chỉnh cuối cùng) có sự không khớp nhau.

Fig.12(a) và Fig.12(b) minh họa hình vẽ về ảnh hưởng của tính biến thiên tại thời điểm đo rung động. Trong mặt phẳng hai chiều được thể hiện trên các Fig.12(a) và 12(b), kích thước (bán kính) của hình tròn, biểu thị mỗi sự rung động, đại diện cho mức độ biến thiên của sự rung động.

Như được thể hiện trên Fig.12(a), khi lượng hiệu chỉnh tạm thời là không thích hợp, sự biến thiên của sự rung động sau khi hiệu chỉnh cuối cùng (rung động sau khi hiệu chỉnh) là lớn. Ngược lại, như được thể hiện trên Fig.12(b), khi lượng hiệu chỉnh tạm thời là thích hợp, sự biến thiên của sự rung động sau khi hiệu chỉnh cuối cùng (rung động sau khi hiệu chỉnh) là nhỏ. Mối quan hệ giữa lượng mất cân bằng đầu tiên và trị số trung bình của sự rung động ban đầu (gia tốc) được kiểm tra, và đã xác nhận rằng có mối tương quan mạnh (mối quan hệ tỷ lệ) giữa chúng như được thể hiện trên Fig.13. Hằng số tỷ lệ trên Fig.13 thay đổi tùy thuộc vào các trị số thiết kế sản phẩm, chẳng hạn như đường kính trục của bộ phận quay, chiều dài trục của nó, và khối lượng của bộ phận quay, tình trạng dao động của đồ gá và khối lượng của nó, và là trị số duy nhất cho mỗi loại bộ phận quay và đồ gá.

Dựa trên phân mô tả ở trên, phương pháp hiệu chỉnh sự mất cân bằng theo phương án thứ ba được thực hiện. Phương pháp hiệu chỉnh sự mất cân bằng theo phương án thứ ba bao gồm các bước tương ứng của phương án thứ nhất, chẳng hạn như, bước đo sự rung động ban đầu S1, bước hiệu chỉnh tạm thời S2, bước kiểm tra trạng thái mất cân bằng S3, bước tính toán khoảng tập hợp các vectơ hiệu chỉnh S4, bước tính toán lượng hiệu chỉnh thích hợp S5, và bước hiệu chỉnh sự mất cân bằng S6, nhưng chỉ bước hiệu chỉnh tạm thời S2 khác với phương án thứ nhất. Như được thể hiện trên Fig.14, bước hiệu chỉnh tạm thời S2 theo phương án thứ ba bao gồm bước tính toán sự rung động ban đầu S2-3, và bước tính toán lượng hiệu chỉnh thử S2-4.

Thiết bị điều khiển 16 lưu trữ đồ thị hoặc biểu thức quan hệ thể hiện mối quan hệ giữa lượng mất cân bằng ở trạng thái ban đầu thu được trước đối với mỗi đồ gá và trị số trung bình của sự rung động ban đầu (gia tốc) trong bộ nhớ.

Trong bước tính toán trị số trung bình của sự rung động ban đầu S2-3, thiết bị điều khiển 16 tính toán trị số trung bình của các trị số rung động (cụ thể hơn, gia tốc) nằm trong khoảng các tốc độ quay xác định và được kiểm tra trong bước đo sự rung động ban đầu S1. Tiếp theo, trong bước tính toán lượng hiệu chỉnh thử S2-4, thiết bị điều khiển 16 tính toán lượng mất cân bằng ở trạng thái ban đầu dựa trên đồ thị hoặc biểu thức quan hệ thể hiện mối quan hệ giữa lượng mất cân bằng ở trạng thái ban đầu và trị số trung bình của sự rung động ban đầu, và trị số trung bình của sự rung động ban đầu được tính toán trong bước tính toán trị số trung bình của sự rung động ban đầu S2-3. Hơn nữa, thiết bị điều khiển 16 tính toán lượng hiệu chỉnh tạm thời, là lượng hiệu chỉnh trên chuẩn thử, từ lượng mất cân bằng ở trạng thái ban đầu. Hơn thế nữa, thiết bị điều khiển 16 thu được pha hiệu chỉnh tạm thời (hướng hiệu chỉnh tạm thời), là pha hiệu chỉnh trên chuẩn thử dựa trên hướng hiệu chỉnh lý tưởng theo phương án thứ hai hoặc vectơ hiệu chỉnh tùy ý. Tiếp theo, thiết bị điều khiển 16 xuất ra các tín hiệu bao gồm lượng hiệu chỉnh tạm thời và pha hiệu chỉnh tạm thời đến thiết bị gia công hiệu chỉnh 17. Thiết bị gia công hiệu chỉnh 17 cắt đai ốc cánh tuabin 22 dựa trên các tín hiệu xuất ra bởi thiết bị điều khiển 16. Sau đó, các bước từ bước kiểm tra trạng thái mất cân bằng S3 đến bước hiệu chỉnh sự mất cân bằng S6 được thực hiện giống như phương án thứ nhất, và sự hiệu chỉnh sự mất cân bằng của bộ phận quay hoàn thành.

Vì vậy, theo phương án thứ ba, ưu điểm sau đây đạt được bên cạnh các ưu điểm tương tự như các ưu điểm (1) đến (3) của phương án thứ nhất.

(5) Lượng hiệu chỉnh khi sự hiệu chỉnh tạm thời được thực hiện được tính toán dựa trên mối quan hệ giữa trị số trung bình của các trị số rung động ban đầu và lượng mất cân bằng ở trạng thái ban đầu. Vì vậy, lượng hiệu chỉnh khi sự hiệu chỉnh tạm thời được thực hiện trở nên thích hợp hơn. Theo đó, trị số rung động sau khi hiệu chỉnh sự

mất cân bằng được thực hiện dựa trên lượng hiệu chỉnh và pha hiệu chỉnh thiết lập trên chuẩn của vectơ hiệu chỉnh cuối cùng có khả năng thỏa mãn chắc chắn hơn các chuẩn rung động.

Các Fig.15(a) đến Fig.16(d) thể hiện phương án thứ tư của sáng chế. Phương án thứ tư có dấu hiệu về ở hình dạng của đai ốc cánh tuabin 22 và phương pháp cắt nó. Thông thường, khi sự mất cân bằng được hiệu chỉnh bằng cách cắt đai ốc cánh tuabin 22, như được thể hiện trên Fig.15(a), đai ốc cánh tuabin 22 có số lượng lớn phần nhô 22a và phần rãnh 22b được tạo ra ở chu vi bên ngoài được sử dụng. Như được thể hiện trên Fig.15(b), thiết bị gia công hiệu chỉnh di chuyển (dẫn động) dụng cụ mài 26 theo hướng đường tiếp tuyến của đai ốc cánh tuabin 22 để cắt đai ốc cánh tuabin 22, và di chuyển dụng cụ mài 26 theo hướng vuông góc với hướng di chuyển của nó, nhờ đó điều chỉnh chiều sâu cắt để điều chỉnh mức độ cắt. Có thiết bị gia công hiệu chỉnh như vậy cắt và gia công một phần của đai ốc cánh tuabin 22 để hiệu chỉnh đai ốc cánh tuabin 22. Tuy nhiên, trong trường hợp này số lượng trục cần thiết để cho phép bộ phận gia công di chuyển dụng cụ mài 26 là hai, khác so với trường hợp trục đơn. Hơn nữa, khi sự cắt được thực hiện ngang qua các phần nhô 22a và các rãnh 22b, mức độ cắt (lượng hiệu chỉnh) thường có lỗi, dường như xuất hiện do cắt. Hơn nữa, như được thể hiện trên Fig.15(c), trong quá trình gia công hiệu chỉnh trong bước hiệu chỉnh sự mất cân bằng S6, đai ốc cánh tuabin 22 có thể được kẹp bởi một cặp chi tiết kẹp 27. Trong trường hợp này, khi vị trí kẹp tương ứng của đai ốc cánh tuabin 22 bởi chi tiết kẹp 27 chồng lên phần cắt trong bước hiệu chỉnh tạm thời S2, pha cắt có thể bị lệch. Hơn thế nữa, pha hiệu chỉnh trong bước hiệu chỉnh sự mất cân bằng S6 là pha tương tự như pha hiệu chỉnh trong bước hiệu chỉnh tạm thời S2, hoặc khi một phần của phần được hiệu chỉnh trong bước hiệu chỉnh sự mất cân bằng S6 chồng lên phần đã trải qua cắt và gia công trong bước hiệu chỉnh tạm thời S2 như được thể hiện trên Fig.15(d), việc hiệu chỉnh đai ốc cánh tuabin 22 là không thể thực hiện được.

Trái lại, theo phương án thứ tư, như được thể hiện trên Fig.16(a), đai ốc cánh

tuabin 22, có các phần nhô 22a với độ rộng (độ rộng góc) lớn hơn đai ốc cánh tuabin thông thường 22, được sử dụng. Tức là, khoảng cách giữa các rãnh 22b được kéo dài. Hơn nữa, vị trí cắt của đai ốc cánh tuabin 22 được giới hạn cho các phần nhô 22a, và hai phần của đai ốc cánh tuabin 22 được cắt và pha cắt được điều chỉnh bằng vector tổng hợp. Các dấu hiệu này khác biệt đáng kể với kỹ thuật cắt thông thường. Việc cắt này được thực hiện bằng cách, như được thể hiện trên Fig.16(b), di chuyển dụng cụ mài 26 song song với hướng trục của đai ốc cánh tuabin 22 theo khoảng cách không đổi từ tâm của đai ốc cánh tuabin 22. Mức độ cắt được điều chỉnh bằng cách điều chỉnh khoảng cách cắt, nghĩa là dịch chuyển dụng cụ mài 26. Vì vậy, theo phương án thứ tư, số lượng trục cần thiết cho bộ phận gia công (thiết bị gia công hiệu chỉnh 17) để di chuyển dụng cụ mài 26 là một. Hơn nữa, như được thể hiện trên Fig.16(c), vị trí kẹp của đai ốc cánh tuabin 22 bằng các chi tiết kẹp 27 bị giới hạn bởi các phần nhô 22a không được gia công.

Theo đó, khi đai ốc cánh tuabin 22 theo phương án thứ tư và phương pháp cắt nó được áp dụng cho phương án thứ nhất đến phương án thứ ba, các ưu điểm sau đây có thể được đạt được bên cạnh các ưu điểm của các phương án tương ứng.

(6) Sự mất cân bằng của bộ phận quay được hiệu chỉnh bằng cách cắt và gia công đai ốc cánh tuabin 22 có sáu phần nhô 22a hoặc nhiều hơn (với độ rộng góc khoảng 60 độ), và các vị trí được hiệu chỉnh (các vị trí cắt) bị giới hạn ở các phần nhô 22a. Vì vậy, lượng hiệu chỉnh không chứa lỗi do các rãnh và các phần nhô.

(7) Vị trí kẹp của đai ốc cánh tuabin 22 được giữ bởi các chi tiết kẹp 27 khi đai ốc cánh tuabin 22 chịu sự hiệu chỉnh và việc gia công được giới hạn ở phần không được gia công. Hơn nữa, việc gia công hiệu chỉnh được thực hiện trên hai vị trí (hai phần nhô 22a) của đai ốc cánh tuabin 22. Theo đó, vị trí kẹp của đai ốc cánh tuabin được kẹp 22 không bao gồm phần được hiệu chỉnh được cắt trong quá trình hiệu chỉnh tạm thời. Vì vậy, độ chính xác hiệu chỉnh của bộ phận quay không bị giảm, và độ chính xác hiệu chỉnh được cải thiện.

(8) Dụng cụ mài 26 được di chuyển song song với hướng trục của đai ốc cánh tuabin 22 theo khoảng cách không đổi từ tâm của đai ốc cánh tuabin 22, nhờ đó cắt và gia công đai ốc cánh tuabin 22. Theo đó, số lượng các trục của bộ phận gia công bằng một, và do đó bộ phận gia công của phương án thứ tư, nghĩa là thiết bị gia công hiệu chỉnh 17 rẻ hơn so với loại trục kép thông thường.

(9) Mức độ cắt đai ốc cánh tuabin 22 được điều chỉnh thông qua sự điều chỉnh khoảng cách cắt (dịch chuyển dụng cụ mài 26). Vì vậy, ngay cả khi pha hiệu chỉnh của sự hiệu chỉnh tạm thời và pha hiệu chỉnh của sự hiệu chỉnh cuối cùng như nhau, đai ốc cánh tuabin có thể được hiệu chỉnh và được gia công một cách thích hợp.

Các phương án này không làm hạn chế sáng chế trong các trường hợp được mô tả ở trên, và ví dụ, có thể được thực hiện theo các phương án như sau.

Trong bước tính toán lượng hiệu chỉnh thích hợp S5, khi vector hiệu chỉnh cuối cùng để tính toán lượng hiệu chỉnh thích hợp (lượng hiệu chỉnh cuối cùng và pha hiệu chỉnh cuối cùng), vector hiệu chỉnh nối liền gốc của tọa độ trên Fig.6(b) và điểm tùy ý nằm trong vùng chồng lên nhau Ao có thể được lựa chọn. Ví dụ, vector nối liền gốc tọa độ trên Fig.6(b) và trọng tâm của vùng chồng lên nhau Ao có thể được lựa chọn làm vector hiệu chỉnh cuối cùng. Ngoài ra, các hiệu quả hiệu chỉnh sự mất cân bằng đối với tất cả các vector hiệu chỉnh biểu thị các lượng hiệu chỉnh thích hợp khi sự hiệu chỉnh được thực hiện với lượng hiệu chỉnh và pha hiệu chỉnh được tính toán dựa trên các vector hiệu chỉnh tương ứng thu được thông qua sự mô phỏng. Tiếp theo, vector hiệu chỉnh có hiệu quả hiệu chỉnh cao nhất trong số tất cả các vector hiệu chỉnh có thể được lựa chọn làm vector hiệu chỉnh cuối cùng. Tuy nhiên, sự lựa chọn vector hiệu chỉnh cuối cùng được đơn giản hóa khi vector hiệu chỉnh nối liền trọng tâm của vùng chồng lên nhau Ao với điểm gốc tọa độ được chọn.

Sự hiệu chỉnh sự mất cân bằng (cắt và gia công) cho bộ phận quay trong bước hiệu chỉnh tạm thời S2 và bước hiệu chỉnh sự mất cân bằng S6 không bị giới hạn ở kỹ thuật cắt đai ốc cánh tuabin 22. Ví dụ, chi tiết để hiệu chỉnh cắt khác với đai ốc cánh

tuabin 22 có thể được kẹp chặt vào trục quay của tuabin tăng áp 20 để có thể quay được cùng với cánh tuabin 21, và chi tiết dùng để hiệu chỉnh cắt có thể được cắt. Sự hiệu chỉnh trong bước hiệu chỉnh tạm thời S2 và bước hiệu chỉnh sự mất cân bằng S6 có thể được thực hiện theo cách này.

Sự hiệu chỉnh trong bước hiệu chỉnh tạm thời S2 và bước hiệu chỉnh sự mất cân bằng S6 có thể được thực hiện bằng cách bổ sung khối lượng cho sự hiệu chỉnh vào bộ phận quay thay vì cắt đai ốc cánh tuabin 22 hoặc chi tiết dùng để hiệu chỉnh cắt. Ví dụ, bộ lắp đặt khối lượng hiệu chỉnh giống bộ lắp đặt khối lượng 25 được mô tả trong phương án thứ hai có thể được gắn vào bộ phận quay. Trong bước hiệu chỉnh tạm thời S2 hoặc bước hiệu chỉnh sự mất cân bằng S6, khối lượng tương ứng với lượng hiệu chỉnh có thể được gắn vào bộ lắp đặt khối lượng hiệu chỉnh.

Số lượng các phần nhô 22a của đai ốc cánh tuabin 22 theo phương án thứ tư có thể lớn hơn sáu.

Thiết bị hiệu chỉnh không cần thiết có cả thiết bị tính toán lượng mất cân bằng lẫn thiết bị gia công hiệu chỉnh 17. Ví dụ, thiết bị tính toán lượng mất cân bằng và thiết bị gia công hiệu chỉnh 17 có thể được trang bị độc lập với nhau. Thiết bị gia công hiệu chỉnh chuyên dụng có thể thực hiện việc gia công hiệu chỉnh trên đai ốc cánh tuabin 22 với lượng hiệu chỉnh và pha hiệu chỉnh được tính toán bởi thiết bị tính toán lượng mất cân bằng.

Trong bước đo sự rung động ban đầu S1 và bước kiểm tra trạng thái mất cân bằng S3, khoảng cách tốc độ quay để đo trạng thái rung động (trị số rung động và pha) của bộ phận quay không giới hạn ở khoảng cách tốc độ 200 vòng/phút, và có thể nhỏ hơn 200 vòng/phút hoặc lớn hơn. Khoảng cách tốc độ quay càng nhỏ, độ chính xác càng cao, nhưng số giờ công dùng để tính toán tăng lên. Ngược lại, khoảng tốc độ quay càng lớn, độ chính xác càng thấp, nhưng số giờ công dùng để tính toán giảm đi. Khoảng cách tốc độ quay có thể được tăng lên đến khoảng 1000 vòng/phút.

Không cần thiết thiết lập khoảng các tốc độ quay xác định giống với khoảng

của các tốc độ quay thực của tuabin tăng áp 20 trong thực tế, và vì vậy khoảng này có thể được thiết lập nằm trong khoảng nơi mà sự rung động quay có thể trở nên lớn khi sử dụng tuabin tăng áp 20. Ví dụ, ngay cả khi khoảng các tốc độ quay thực tế của tuabin tăng áp 20 trong thực tế là rộng, không cần thiết tạo ra khoảng các tốc độ quay xác định trải rộng đến khoảng các tốc độ quay chậm nơi mà không có khả năng rằng sự rung động quay trở nên lớn khi tuabin tăng áp 20 đang được sử dụng.

Thiết bị quay không hạn chế ở tuabin tăng áp 20, và có thể là các thiết bị quay khác, như là thiết bị điện quay, và tuabin cho máy phát điện.

Các phương pháp hiệu chỉnh sau đây (sáng chế) có thể hiểu được từ các phương án ở trên.

(1) Phương pháp hiệu chỉnh sự mất cân bằng để hiệu chỉnh sự mất cân bằng của bộ phận quay, bộ phận quay được kẹp chặt vào trục quay của thiết bị quay bằng đai ốc, phương pháp hiệu chỉnh sự mất cân bằng, để hiệu chỉnh sự mất cân bằng của bộ phận quay bằng cách cắt đai ốc này, bao gồm:

sử dụng làm đai ốc một đai ốc có sáu phần nhô hoặc nhiều hơn; và

hiệu chỉnh sự mất cân bằng của bộ phận quay bằng cách chỉ cắt và gia công các phần nhô.

(2) Phương pháp hiệu chỉnh sự mất cân bằng theo mục (1), còn bao gồm:

kẹp đai ốc này khi cắt và gia công các phần nhô, trong đó

vị trí kẹp của đai ốc này không bị hạn chế ở phần không chịu gia công, và

cắt và gia công đai ốc này được thực hiện trên hai phần nhô khác nhau trong số các phần nhô.

(3) Phương pháp hiệu chỉnh sự mất cân bằng theo mục (1) hoặc (2), trong đó việc cắt và gia công đai ốc này bao gồm: di chuyển dụng cụ cắt theo hướng song song với hướng trục của đai ốc này theo khoảng cách không đổi từ tâm của đai ốc này.

Mô tả các số chỉ dẫn

AS Đường tròn biểu thị khoảng của tập hợp

Ao Vùng chồng lên nhau

V1s, V2s, V3s Các vectơ hiệu chỉnh

13 bộ phận nhận rung động tạo ra bộ phận đo trị số rung động và bộ phận đo pha rung động

15 bộ phận tích FFT tương tự

14 Bộ chỉ báo tốc độ quay laze ở dạng bộ phận đo tốc độ quay

16 Thiết bị điều khiển dạng bộ phận tính toán

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp hiệu chỉnh sự mất cân bằng để hiệu chỉnh sự mất cân bằng của bộ phận quay, phương pháp này bao gồm:

đo trạng thái rung động của bộ phận quay trước khi hiệu chỉnh tạm thời và trạng thái rung động của bộ phận quay sau khi hiệu chỉnh tạm thời tại nhiều tốc độ quay nằm trong khoảng các tốc độ quay xác định;

tính toán, từ các vector rung động tại các tốc độ quay tương ứng, khoảng tập hợp các điểm cuối của các vector hiệu chỉnh có trị số rung động thỏa mãn các chuẩn rung động đối với mỗi tốc độ quay;

lựa chọn vector hiệu chỉnh cuối cùng từ các vector hiệu chỉnh có các điểm cuối nằm trong vùng nơi mà các khoảng tương ứng của các tập hợp được tính toán cho các tốc độ quay tương ứng chồng lên nhau trong số nhiều vector hiệu chỉnh;

thiết lập lượng hiệu chỉnh và pha hiệu chỉnh dựa trên vector hiệu chỉnh cuối cùng; và

hiệu chỉnh sự mất cân bằng của bộ phận quay dựa trên lượng hiệu chỉnh và pha hiệu chỉnh.

2. Phương pháp hiệu chỉnh sự mất cân bằng theo điểm 1, trong đó pha hiệu chỉnh, khi sự hiệu chỉnh tạm thời được thực hiện, được thiết lập dựa trên pha rung động ban đầu của bộ phận quay tại tốc độ quay tương ứng với tần số riêng của đồ gá.

3. Phương pháp hiệu chỉnh sự mất cân bằng theo điểm 1 hoặc 2, trong đó lượng hiệu chỉnh, khi sự hiệu chỉnh tạm thời được thực hiện, được tính toán dựa trên mối quan hệ giữa trị số trung bình của các trị số rung động ban đầu và lượng mất cân bằng ở trạng thái ban đầu.

4. Phương pháp hiệu chỉnh sự mất cân bằng theo điểm bất kỳ trong các điểm 1 đến 3, trong đó ở dạng vector hiệu chỉnh cuối cùng, vector hiệu chỉnh có hiệu quả hiệu chỉnh cao nhất được lựa chọn trong số các vector hiệu chỉnh có các điểm cuối nằm trong vùng

nơi mà các khoảng tương ứng của các tập hợp chồng lên nhau.

5. Thiết bị tính toán lượng hiệu chỉnh sự mất cân bằng, trong đó thiết bị này bao gồm:

bộ phận đo tốc độ quay để xác định tốc độ quay của bộ phận quay;

bộ phận đo trị số rung động;

bộ phận đo pha rung động; và

bộ phận tính toán để tính toán lượng hiệu chỉnh thích hợp để hiệu chỉnh sự mất cân bằng của bộ phận quay,

trong đó bộ phận tính toán được tạo cấu hình để

tính toán, cho mỗi tốc độ quay, khoảng tập hợp của các điểm cuối của các vector hiệu chỉnh có trị số rung động thỏa mãn các chuẩn rung động từ vector rung động tại mỗi tốc độ quay dựa trên trạng thái rung động trước khi hiệu chỉnh tạm thời và trạng thái rung động sau khi hiệu chỉnh tạm thời, cả hai được đo tại nhiều tốc độ quay nằm trong khoảng các tốc độ quay xác định;

lựa chọn vector hiệu chỉnh cuối cùng từ các vector hiệu chỉnh có các điểm cuối nằm trong vùng nơi mà các khoảng tương ứng của các tập hợp tại các tốc độ quay tương ứng chồng lên nhau trong số nhiều vector hiệu chỉnh; và

thiết lập lượng hiệu chỉnh thích hợp dựa trên vector hiệu chỉnh cuối cùng.

6. Thiết bị tính toán lượng hiệu chỉnh sự mất cân bằng theo điểm 5, trong đó bộ phận tính toán tính toán pha hiệu chỉnh, khi sự hiệu chỉnh tạm thời được thực hiện, dựa trên pha rung động ban đầu của bộ phận quay tại tốc độ quay tương ứng với tần số riêng của đồ gá.

7. Thiết bị tính toán lượng hiệu chỉnh sự mất cân bằng theo điểm 5 hoặc 6, trong đó bộ phận tính toán tính toán lượng hiệu chỉnh, khi sự hiệu chỉnh tạm thời được thực hiện, dựa trên mối quan hệ giữa trị số trung bình của các trị số rung động ban đầu và lượng mất cân bằng ở trạng thái ban đầu.

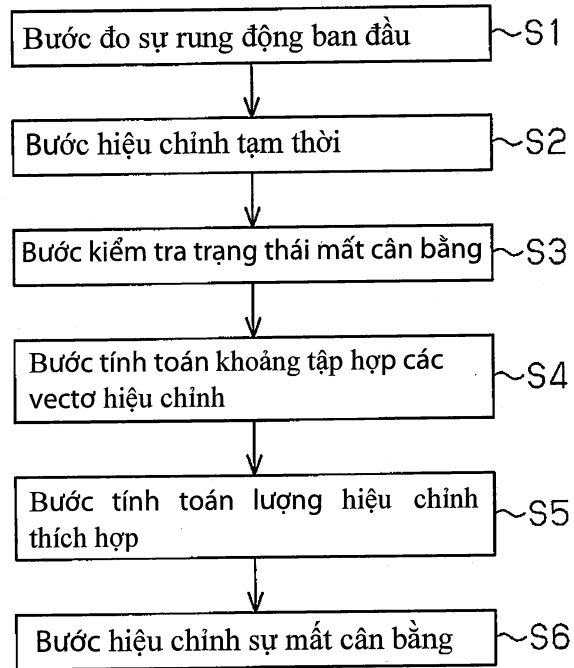
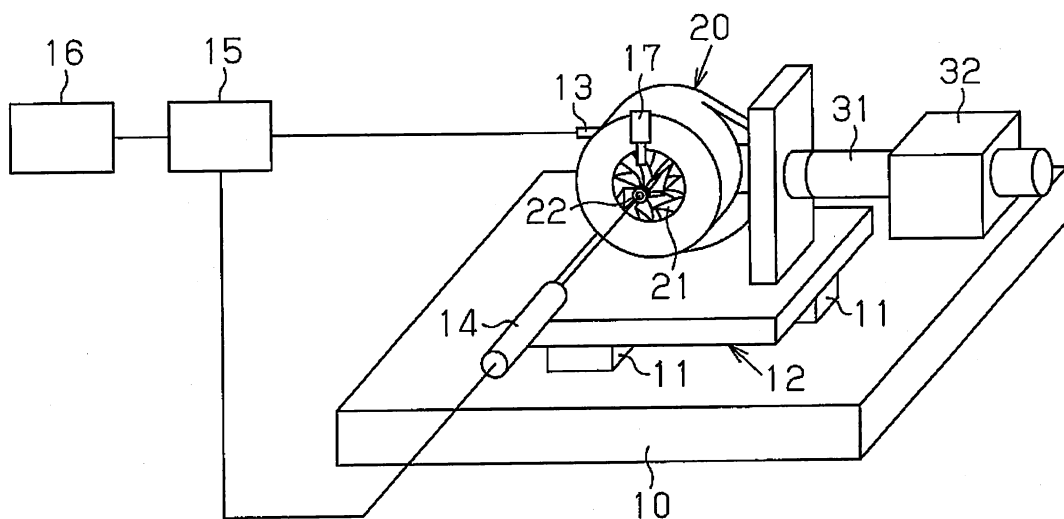
Fig.1**Fig.2**

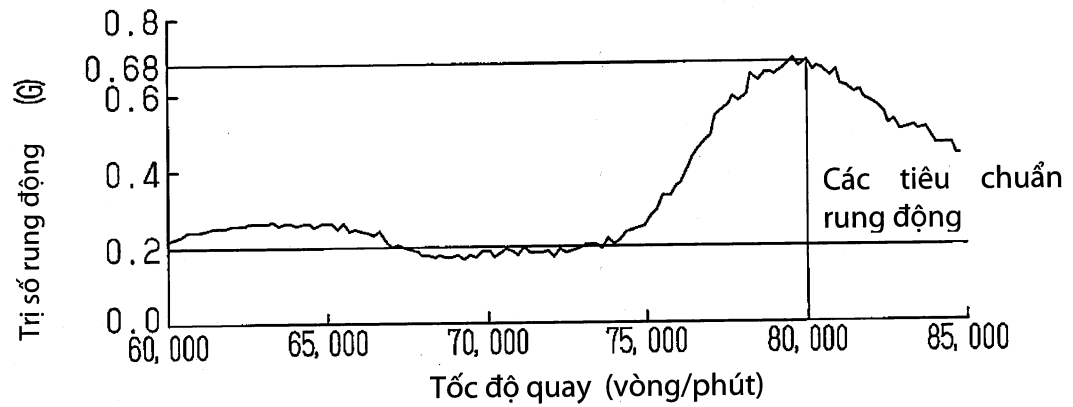
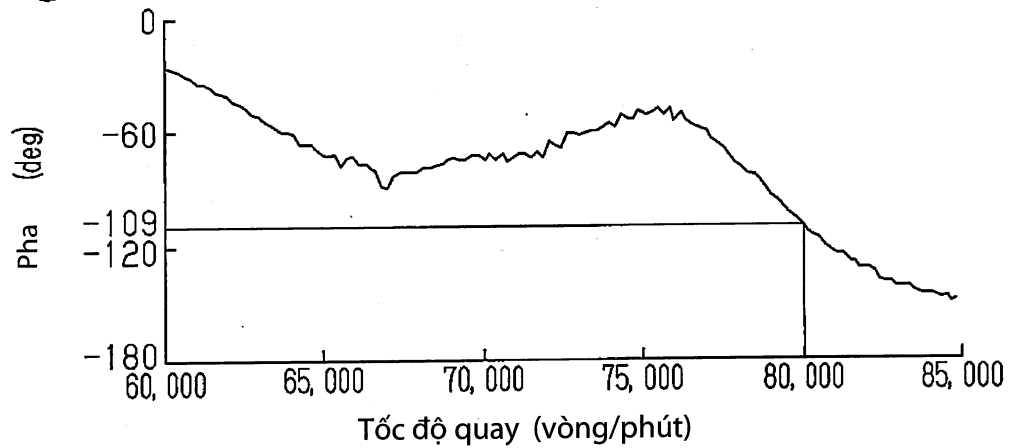
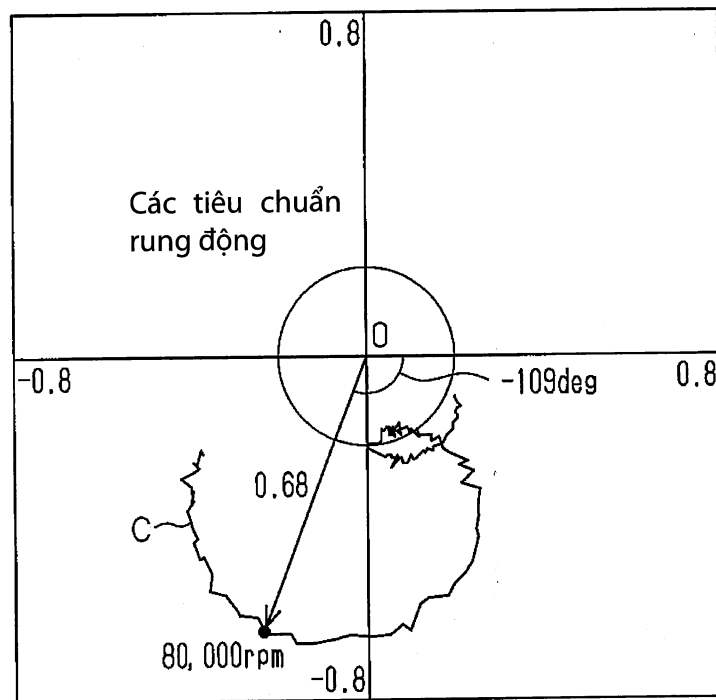
Fig.3(a)**Fig.3(b)****Fig.4**

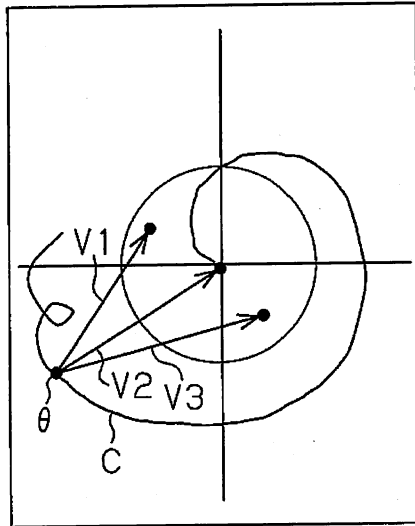
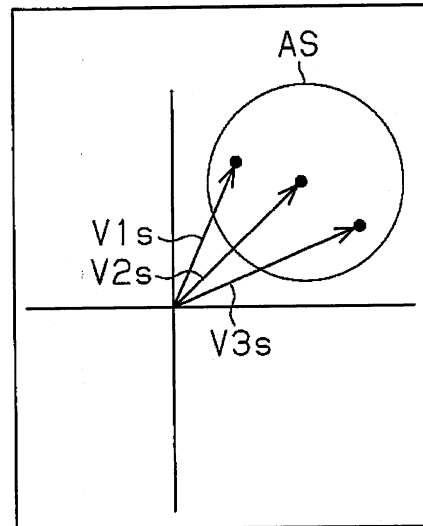
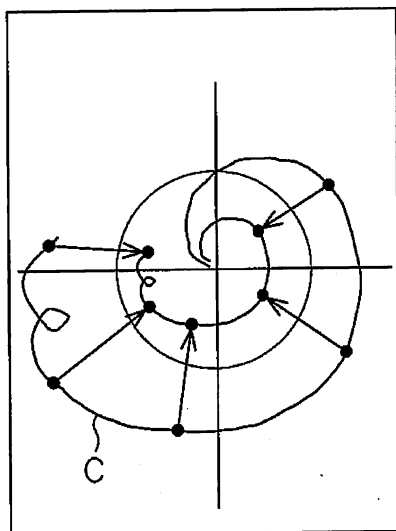
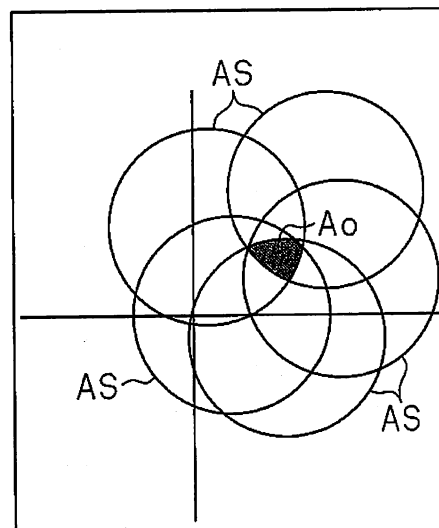
Fig.5 (a)**Fig.5 (b)****Fig.6 (a)****Fig.6 (b)**

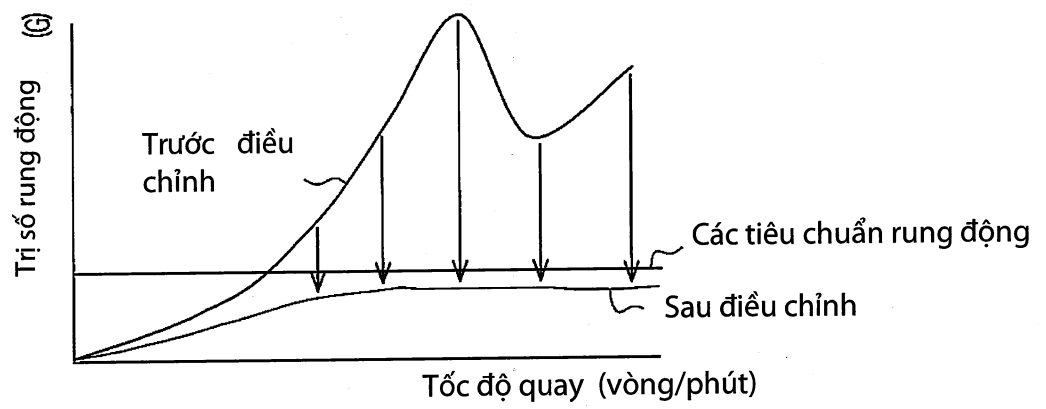
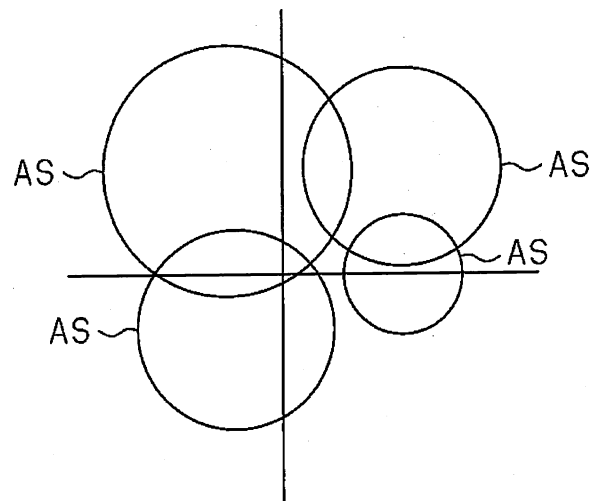
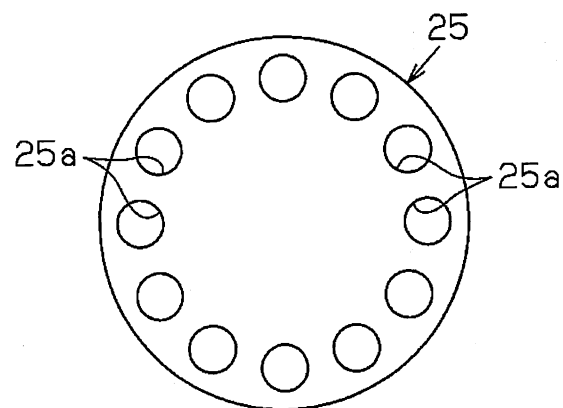
Fig.7**Fig.8****Fig.9**

Fig.10(a)

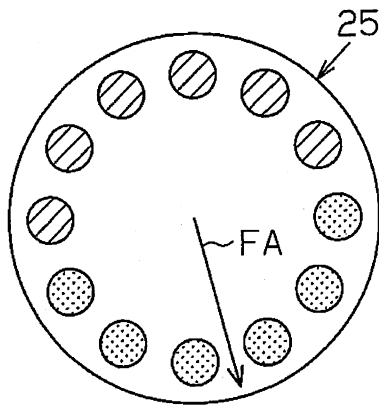


Fig.10(b)

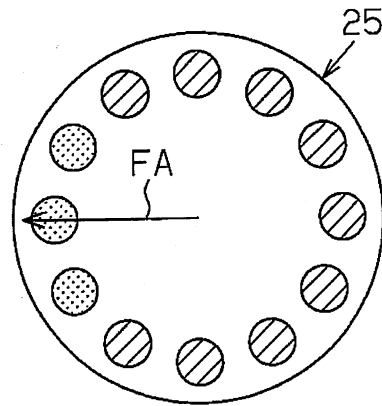


Fig.10(c)

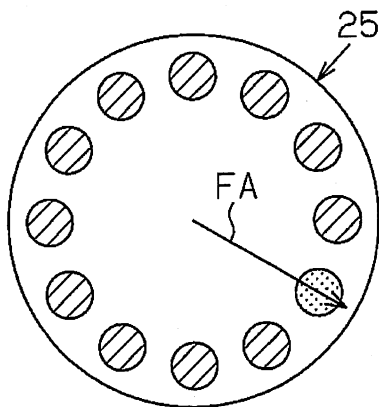
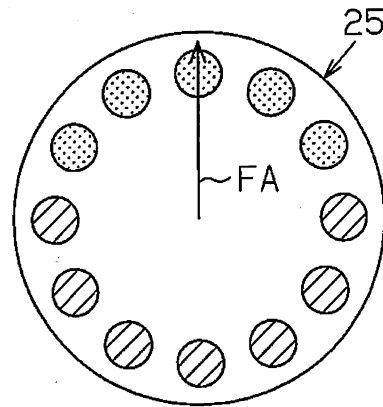


Fig.10(d)



⊙: pha có nghiệm

⊙: pha không có nghiệm

Fig.11

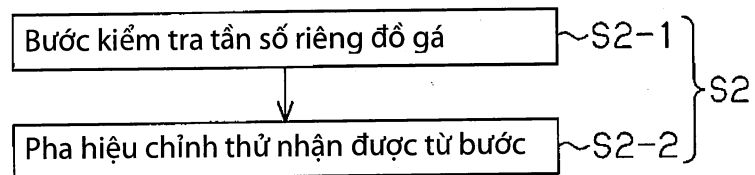
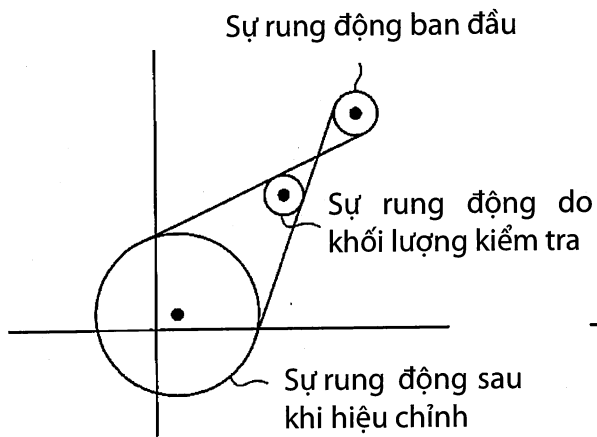
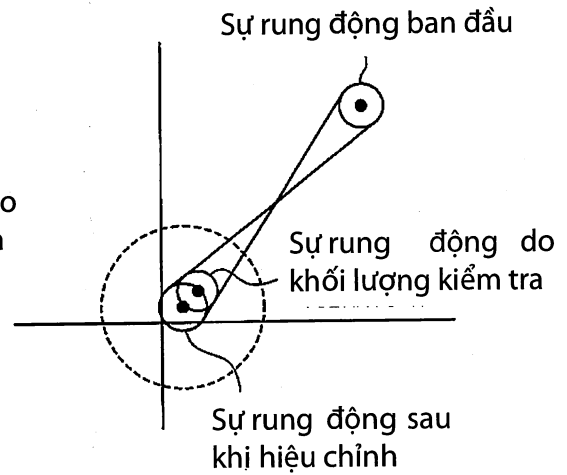
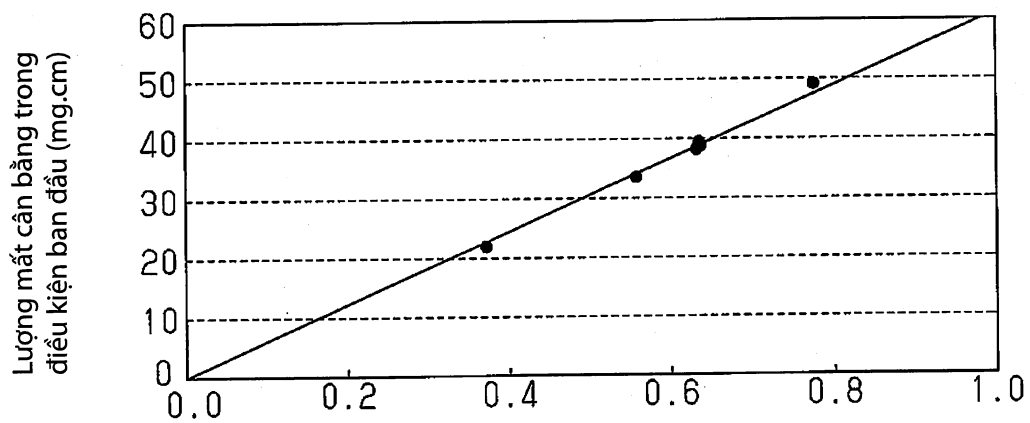


Fig.12(a)**Fig.12(b)****Fig.13**

Trị số trung bình của sự rung động ban đầu (G)

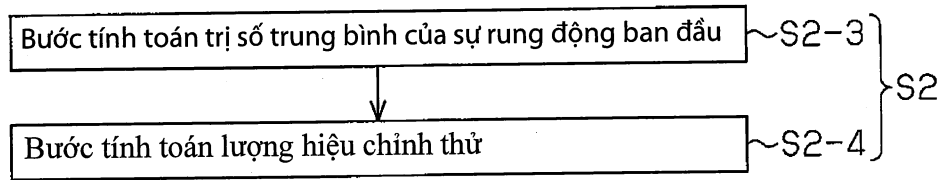
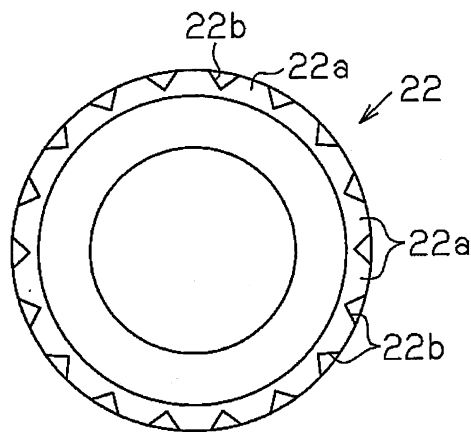
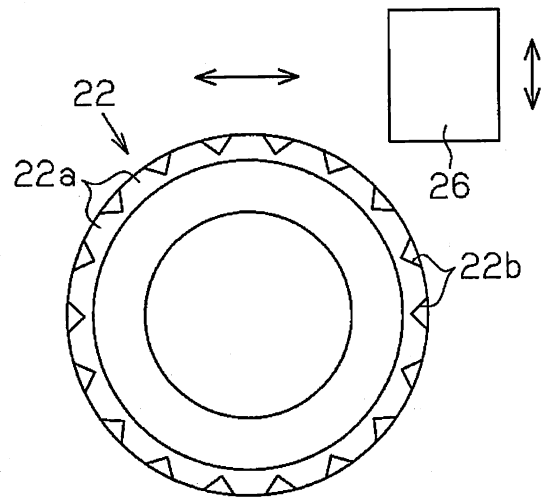
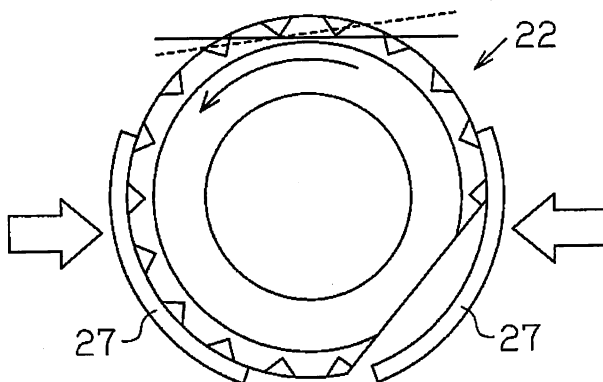
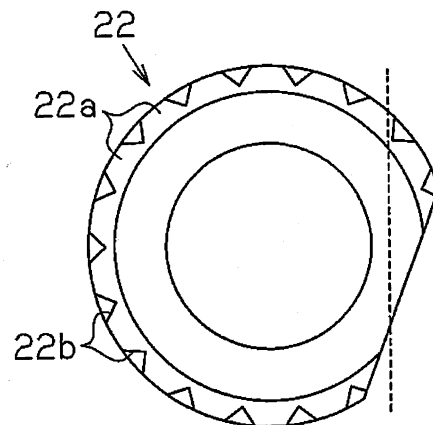
Fig.14**Fig.15(a)****Fig.15(b)****Fig.15(c)****Fig.15(d)**

Fig.16(a)

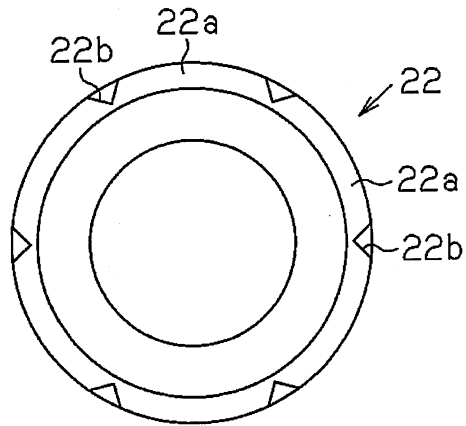


Fig.16(b)

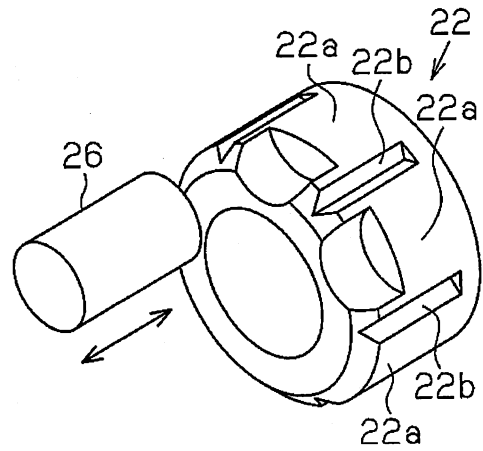


Fig.16(c)

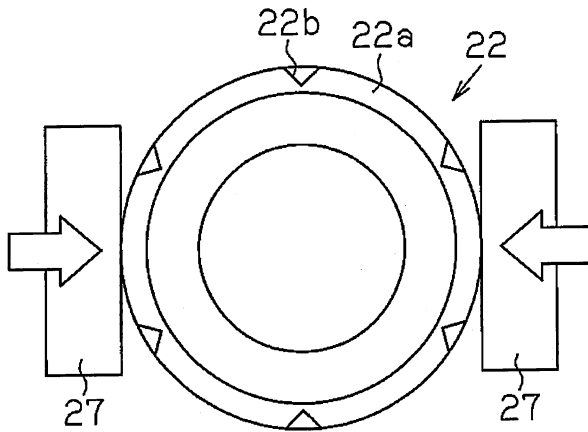


Fig.16(d)

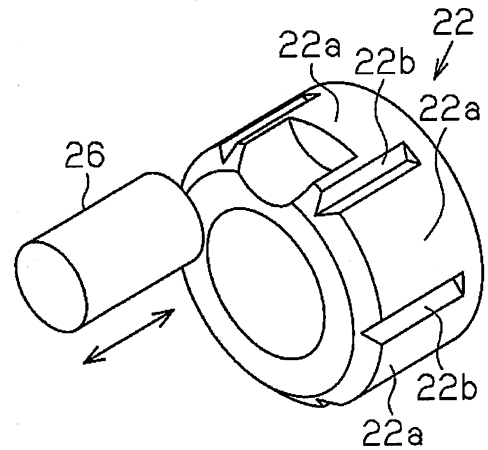


Fig.17

