



(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)



1-0049595

(51)^{2021.01} D01H 7/52; F16C 32/04; D01H 1/02

(13) B

(21) 1-2022-03044

(22) 13/05/2022

(30) 21000137.6 15/05/2021 EP

(45) 25/08/2025 449

(43) 25/11/2022 416A

(73) Sanko Tekstil Isletmeleri San. Tic. A.S. (TR)

3. Organize San. Bölgesi, 83209 NOLU CAD. NO:4, Sehitkamil, Gaziantep,
TÜRKİ

(72) Dr. Frank Werfel (DE); Uta Flögel-Delor (DE).

(74) Công ty TNHH Lê & Lê (LE & LE)

(54) THIẾT BỊ VÀ PHƯƠNG PHÁP QUẤN VÀ XE VẬT LIỆU SỢI TRONG MÁY
KÉO SỢI KIỂU NỎI-KHUYÊN HOẶC MÁY XE SỢI KIỂU NỎI-KHUYÊN

(21) 1-2022-03044

(57) Sáng chế đề cập đến thiết bị và phương pháp, có thể áp dụng bởi thiết bị này, dùng để quấn và xe các sợi cụ thể trong máy kéo sợi kiểu nôi-khuyên và máy xe sợi kiểu nôi khuyên. Giải pháp được đề xuất sử dụng bố trí các ổ trục từ tính siêu dẫn nhiệt độ cao để ngăn đốt cháy sợi, bởi sự quay của các rôto từ tính vĩnh cửu được bố trí đồng trục với các cọc sợi, trong trường hợp các tốc độ cao.

Phát triển từ tình trạng kỹ thuật, mục đích của sáng chế là đề xuất thiết bị và phương pháp quấn và xe vật liệu sợi trong máy kéo sợi kiểu nôi-khuyên và máy xe sợi kiểu nôi-khuyên, bằng thiết bị và phương pháp này, tốc độ hoạt động của máy có thể tăng lên đáng kể, có thể đạt được năng suất cao hơn trong quá trình kéo sợi, và phí tổn, về mặt thời gian và vật liệu, để lắp ráp và bảo dưỡng thiết bị có thể giảm bớt.

Mục đích này đạt được ở chỗ ít nhất hai stato siêu dẫn nhiệt độ cao, cùng với các thiết bị làm mát được kết nối theo cách truyền nhiệt được của nó, được bố trí theo cách không tiếp xúc và song song nhau xuôi theo hàng cọc sợi, và các rôto phát từ trường, được định hướng đồng trục với cọc sợi, được đưa vào theo cách nâng bằng từ trường trong từ trường của khoảng trống liên tục ở giữa, giữa các stato liền kề nhau.

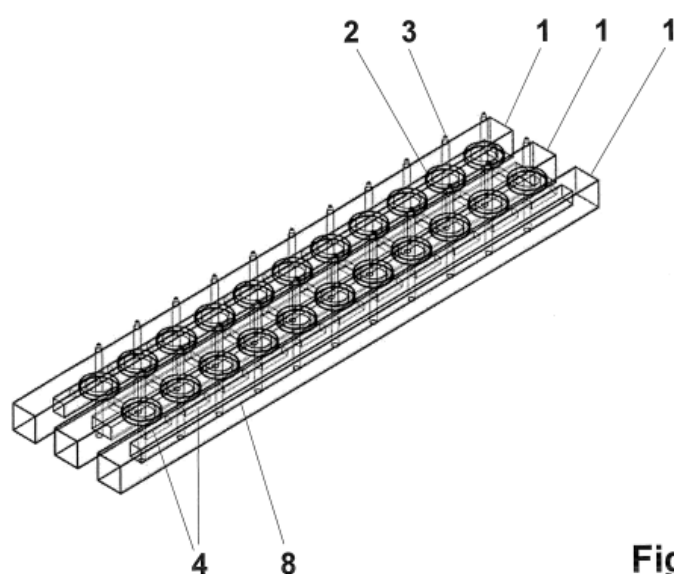


Fig. 2

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến thiết bị và phương pháp có thể áp dụng bởi thiết bị này, dùng để quấn và xe các sợi cụ thể trong máy kéo sợi kiểu nôi-khuyên và máy xe sợi kiểu nôi-khuyên. Giải pháp được đề xuất sử dụng bố trí các ổ trục từ tính siêu dẫn nhiệt độ cao để ngăn đốt cháy sợi, bởi sự quay của các rôto từ tính vĩnh cửu bố trí đồng trục với các cọc sợi, trong trường hợp quay ở tốc độ cao.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Công nghệ kéo sợi nôi-khuyên là hình thức kéo sợi lâu đời nhất và vẫn được sử dụng. Tuy nhiên, do chất lượng cao của sợi và độ mềm dẻo, phương pháp kéo sợi nôi-khuyên là kỹ thuật chiếm ưu thế trong sản xuất sợi. Trên toàn cầu, việc sử dụng phương pháp kéo sợi nôi-khuyên có một loạt ưu điểm mà các kỹ thuật khác khó có thể thay thế được. Các ưu điểm cơ bản là:

- (i) sản xuất cả sợi mảnh và sợi có độ bền cao;
- (ii) khả năng áp dụng cho nhiều loại sợi và cho các sợi rất đặc biệt;
- (iii) kéo sợi nôi-khuyên linh hoạt về số lượng, chất lượng sợi, và tính đồng đều.

Kéo sợi nôi-khuyên có thể đạt được phạm vi độ dày sợi lớn nhất, với độ bền và chất lượng cao nhất. Ngược lại, kéo sợi nôi-khuyên chậm hơn các hệ thống kéo sợi hiện đại khác như rôto, ma sát, vòi phun hoặc kéo sợi xoáy, và đòi hỏi nhiều bước xử lý hơn. Các hạn chế trong sản xuất và năng xuất được xác định bởi hệ thống rôto nôi-khuyên mà, trong trường hợp quay ở tốc độ cao,

gây ra ma sát cơ học liên quan tới việc làm nóng rôto hoặc thanh dẫn hướng sợi. Kết quả là sợi bị cháy, cháy thành lỗ, và rách.

Ngay sau khi phát hiện ra chất siêu dẫn nhiệt độ cao (HTS) vào năm 1986/87, sự kết hợp của nam châm vĩnh cửu (PM - permanent magnet) với chất siêu dẫn mới đã được đề xuất, chứng tỏ lực nâng và quay hầu như không ma sát. Sau đó, kỹ thuật SMB để sử dụng trong máy ly tâm đã được mô tả trong tài liệu vào năm 2001 [4]. Có thể chứng minh rằng loại ổ trục từ tính mới cho phép quay cực cao trên mỗi phút (vòng trên phút), trên 105. Ưu điểm và cách sử dụng của ổ trục từ tính HTS hữu ích cho nhiều ứng dụng, đặc biệt là trong các giải pháp công nghệ cao.

Hoạt động hầu như không ma sát cho phép tốc độ cao mà không cần bôi trơn, không mài mòn và không hình thành hạt, ngay cả trong các điều kiện môi trường khắc nghiệt như nóng, lạnh, hơi nước, chân không và hoá chất mạnh.

Đồng thời, hiểu được rằng động lực học của rôto với khả năng bù mất cân bằng tự điều chỉnh, khắc phục các tốc độ tới hạn trong hoạt động ở tốc độ cao, và tăng tốc độ rôto, cũng như đồng thời chuyển các ổ trục từ tính siêu dẫn (SMB - superconducting magnetic bearing) vào với phạm vi tải hàng tấn, chẳng hạn như trong trường hợp sử dụng trong tích trữ năng lượng bánh đà.

Các thử nghiệm và ứng dụng đầu tiên của SMB trong công nghệ kéo sợi nôi-khuyên bắt đầu vào năm 2010 [3], [5]). Sau đó, nhóm Dresden gồm Hussain, de Haas và Schultz ([7] - [18]) đã nghiên cứu chi tiết những ưu điểm đáng kể của việc thay thế các phương pháp kéo sợi nôi-khuyên thông thường bằng việc sử dụng SMB quay. Trong trường hợp này, thiết kế SMB tuân theo thiết kế vòng PM-tới-HTS đồng trục, được tích hợp trong bộ điều nhiệt chân không bằng thép không gỉ. Các thử nghiệm được mô tả chi tiết và phân tích trong tài liệu [8] - [18]. Phí tổn đáng kể đối với hình học vòng siêu dẫn là một bất lợi.

Các thiết bị quấn và xe sợi nôi-khuyên của máy kéo sợi kiểu nôi-khuyên hoặc máy xe sợi kiểu nôi-khuyên đã được biết đến trong WO 2012/100964 A1 và WO 2017/178196 A1. Trong các thiết bị này, ma sát giữa nôi-khuyên và rôto được loại bỏ bằng lực nâng từ, kết quả là lực ma sát hoạt động giảm đi. Stato hình khuyên gồm vật liệu siêu dẫn có thiết bị làm mát stato tương ứng được sử dụng. Ngoài stato hình khuyên, rôto từ tính vĩnh cửu hình khuyên được sử dụng, được bố trí để quay được so với stato và đồng trục quanh cọc sợi, với chi tiết dẫn hướng sợi dạng vấu. Trong trường hợp này, khe hở hướng trục hình khuyên được tạo ra giữa stato và rôto. Khi vật liệu siêu dẫn của stato được làm mát xuống dưới nhiệt độ chuyển tiếp, từ thông của rôto đi vào stato đã làm mát và được giữ lại từ tính. Kết quả của từ thông đi vào này là rôto tự ổn định bên trên hoặc bên trong stato. Sợi được dẫn hướng quanh rôto từ bên ngoài, qua khe hở hướng trục giữa stato và rôto, và quấn vào cuộn dây. Stato và rôto có các hình dạng đặc biệt tròn để sợi không gặp bất kỳ cạnh nào ngăn cản sự lưu thông của sợi trong khe hở. Trước khi từ hoá và làm mát stato HTS, một giá đỡ cơ học dùng cho vị trí hoạt động tối ưu. Ổ trục không tiếp xúc của rôto quay loại bỏ hệ thống nôi khuyên/rôto sinh nhiệt ma sát thông thường như một thành phần hạn chế năng suất. Tốt hơn là toàn bộ rôto cùng với chi tiết dẫn hướng sợi sau đó được thiết lập để quay nhanh, về cơ bản là không có ma sát ngoài ma sát từ nhỏ, và vì vậy cho phép tốc độ quay của cọc sợi cao hơn đáng kể.

Tuy nhiên, rôto được thiết kế làm vòng từ có khối lượng chết đáng kể, nó cũng phải tăng tốc khi cọc sợi khởi động. Hơn nữa, vòng từ nâng tự do không thể được bao bọc, và vì vậy rôto, chạy ở các tốc độ quay cao từ xấp xỉ 20000 đến 30000 vòng trên phút tạo ra nguy cơ mất an toàn cho người vận hành thiết bị. Cuối cùng, chi tiết dẫn hướng sợi trên rôto nôi-khuyên từ tạo ra sự mất cân bằng, điều này trở nên khó khăn hơn bao giờ hết, do rung động, khi tốc độ của cọc sợi tăng lên.

Tài liệu phi sáng chế

- [1] Landau, L.D., Lifschitz E. M., Mechanik, Elektrodynamik, Akademie-Verlag Berlin, 1973
- [2] Smythe, W.R. "On Eddy Currents in a Rotating Disk", Transactions 681, Vol. 61, 1942
- [3] Zhigang Xia und Weilin Xu, A Review of Ring Stable Yarn Spinning Method
Entwicklung und ihre Trendvorhersage, Journal of Natural Fibers, 10:1, 62-81.
Innovativer Zwirnmechanismus basierend auf supraleitender Technologie für höhere Produktivität in Ringspinnmaschinen, Textile Research Journal, 84, (2014) 8, S. 871-880.
- [4] Werfel F et al. "Centrifuge advances using HTS magnetic bearings", Physica C 354, pp. 13-17, 2001.
- [5] Hussain M. (2010) Theoretische Analyse von supraleitenden Magnetlagern und deren Eignung im Ring/Trawler-System in der Ringspinnmaschine. Technische Universität (TU) Dresden, Deutschland.
- [6] Rahman M and Golam N, Recent Innovations in Yarn Technology: A Review, International Journal of Scientific and Research Publications, Volume 4, Issue 6, June 2014 ISSN 2250-3153.
- [7] Hossain, M.; Abdkader, A.; Cherif, C.; Sparing, M.; Berger, D.; Fuchs, G.; Schultz, L.
(Siehe online unter <https://doi.org/10.1177/0040517513512393>)
Supraleitendes Magnetlager als Drallelement in Textilmaschinen, IEEE Transactions on Applied Superconductivity, 25 (2015) 3, S. 3600504/1-4.8] Sparing, M.; Hossain, M.; Berger, D.; Berger, A.; Abdkader, A.; Fuchs, G.; Cherif, C.; Schultz, L.
(Siehe online unter <https://doi.org/10.1109/TASC.2014.2366001>)Cryogenic System for the Integration of a Ring-Shaped SMB in a Ring-Spinning Tester, IEEE Transactions on Applied Superconductivity, 26 (2016) 3, S. 3601105/1-5.
- [8] Berger, A.; Hossain, M.; Sparing, M.; Berger, D.; Fuchs, G.; Abdkader, A.; Cherif, C.; Schultz, L.
(Siehe online unter <https://doi.org/10.1109/TASC.2016.2524502>) Dynamics of Rotating Superconducting Magnetic Bearings in Ring Spinning, IEEE Transactions on Applied Superconductivity, 26 (2016) 3, S. 3600804/1-4.
- [9] Sparing, M.; Berger, A.; Wall, F.; Lux, V.; Hameister, S.; Berger, D.; Hossain, M.; Abdkader, A.; Fuchs, G.; Cherif, C.; Schultz L. <https://doi.org/10.1109/TASC.2016.2524641>) Mathematische Modellierung des dynamischen Fadenlaufs in Abhängigkeit von der Spindeldrehzahl in einem Ringspinnprozess, Textile Research Journal, 86 (2016) 11, S. 1180-1190.
- [10] Hossain, M.; Telke, C.; Abdkader, A.; Cherif, C., Beitel Schmidt M.
<https://doi.org/10.1177/0040517515606355>), Messmethoden der dynamischen Fadenspannung in einem Ringspinnprozess, Fibres & Textiles in Eastern Europe, 1 (2016) 115, S. 36-43.
- [11] Hossain, M.; Abdkader, A.; Nocke, A.; Reimar, U; Krzywinski, F.; Hasan, Mmb.; Cherif, C.
(Siehe online unter <https://doi.org/10.5604/12303666.1172098>) Mathematische

Modellierung des dynamischen Fadenverlaufs in Abhängigkeit von der Spindeldrehzahl in einem Ringspinnprozess auf Basis eines supraleitenden Magnetlagers, *Textile Research Journal*, 87 (2017) 8, S. 1011-1022.

- [12] Hossain, M.; Telke, C.; Sparing, M.; Abdkader, A.; Nocke, A; Unger, R; Fuchs, G; Berger, A; Cherif, C.; Beitelschmidt, M; Schultz, L.
<https://doi.org/10.1177/0040517515606355>)Modellierung des Fadenlaufs am Ringspinnverfahren mit supraleitendem Hochleistungsdrallerteilungssystem. *Melliand Textilberichte* 1(2017), S. 30-32.
- [13] Hossain, M.; Abdkader, A.; Cherif, C. Analysis of yarn properties in superconducting magnetic bearing based ring-spinning process. *Textile Research Journal* 88 (2018) 22, S. 2624-2638, Hossain , M.; Abdkader, A.; Cherif, C.
<https://doi.org/10.1177/0040517517725122>), Mathematische Modellierung des dynamischen Fadenverlaufs unter Berücksichtigung des Ballonsteuerungsringes und der Elastizität des Fadens im Ringspinnprozess auf der Basis des supraleitenden Lagerzwirnelements. *Fibres & Textiles in Eastern Europe*, 26 (2018) 5, S. 32-40.
- [14] Hossain, M.; Telke, C.; Abdkader, A.; Sparing, M.; Espenhahn T.; Hühne, R.; Cherif, C.; Beitelschmidt, M., <https://doi.org/10.5604/01.3001.0012.2528>)Theoretisches Modell des Fadenlaufs unter Berücksichtigung des Ballonsteuerungsringes und der Fadenelastizität in einer Ringspinnmaschine mit supraleitendem Magnetlager. In: CD-Rom. 18th AUTEX World Textile Conference (Turkei), June 20-22, 201.
- [15] Hossain, M., Telke, C.; Abdkader, A.; Espenhahn, T.; Cherif, C.; Beitelschmidt, M. 300 prozentige Leistungssteigerung der Verspinnung von Chemiefasern auf der Turboringspinnmaschine mit reibungsfreiem supraleitenden Drallerteilungssystem. In: Tagungsband. 58. Dornbirn Global Fiber Congress, Österreich, 11. bis 13. September 2019.
- [16] Hossain, M., Abdkader, A.; Cherif, C.; Sparing, M.; Espenhahn, T.; Hühne, R.; Nielsch, K. In situ measurement of dynamic yarn path in a turbo ring spinning process based on superconducting magnetic bearing twisting system, *Textile Research Journal* (2019).
- [17] Hossain, M.; Sparing, M.; Espenhahn T.; Abdkader, A.; Cherif, C.; Hühne, R.; Nielsch, K., <https://doi.org/10.1177/0040517519879899>, Influence of the magnet aspect ratio on the dynamic stiffness of a rotating superconducting magnetic bearing, *J. Phys. D* (2019).
- [18] Espenhahn, T., W Underwald, F., Möller, M., Sparing, M., Hossain, M., Fuchs, G., Abdkader, A., Cherif, C., Nielsch, K. , Hühne, R., <https://doi.org/10.1088/1361-6463/ab4ed4>), Neue Generation Turbo-Ringspinnmaschine bis zur Winkelspindeldrehzahl von 50.000 U/min. In: ITMA INNOVATION LAB SPEAKERS PLATFORM, ITMA 2019 (Barcelona) June 20-26, 2019.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Do đó, mục đích của sáng chế là đề xuất thiết bị và phương pháp quấn và xe vật liệu sợi trong máy kéo sợi kiểu nôi-khuyên và máy xe sợi kiểu nôi khuyên, mà bằng thiết bị và phương pháp này tốc độ hoạt động của các máy có thể tăng lên đáng kể, năng suất cao hơn có thể đạt được bằng máy kéo sợi kiểu nôi-khuyên, và phí tổn, về mặt thời gian và vật liệu, để lắp ráp và bảo dưỡng thiết bị có thể giảm đi.

Mục đích này đạt được bằng các dấu hiệu của thiết bị theo điểm 1 yêu cầu bảo hộ. Sự phát triển ưu tiên của thiết bị được đặc trưng bởi các dấu hiệu của các điểm 2 đến 12 yêu cầu bảo hộ. Các dấu hiệu của điểm 13 yêu cầu bảo hộ mô tả phương pháp được đề xuất. Một phương án hiệu quả của phương pháp được yêu cầu bảo hộ trong điểm 14.

Giải pháp theo sáng chế đề xuất ổ trục từ tính siêu dẫn (SMB - superconducting magnetic bearing) bao gồm vòng từ tính vĩnh cửu (PM - permanent magnetic) làm rôto, nâng theo cách không tiếp xúc nhưng ổn định, trên vật siêu dẫn là stato được làm mát. Trong trường hợp này, rôto liên quan được bố trí đồng trục với cọc sợi kết hợp, và sợi cần quấn được làm quay trong khe hở giữa rôto và stato. Một thiết kế hiệu quả và điều chỉnh được của thiết bị đạt được ở chỗ ít nhất hai stato siêu dẫn nhiệt độ cao, cùng với các thiết bị làm mát được nối dẫn nhiệt của chúng, được bố trí theo cách không tiếp xúc và song song với nhau xuôi theo hàng cọc sợi, và các rôto phát từ trường, được định hướng đồng trục với cọc sợi, được đưa vào theo cách nâng bằng từ trường trong từ trường của khoảng trống liên tục ở giữa, giữa các stato liền kề nhau. Sự gia tăng thêm ổn định của vị trí trong ổ trục từ tính đạt được nếu các rôto phát từ trường được trang bị các bộ thu từ thông sắt từ dùng để gia tăng cường độ từ trường và dẫn hướng từ trường về phía vật siêu dẫn nhiệt độ cao. Việc giảm chi phí vật liệu đạt được một cách thuận lợi nếu mỗi stato siêu dẫn nhiệt độ cao

gồm ít nhất hai chi tiết HTS khổ lớn được thiết kế cách ly với nhau, ở các phần, dọc theo phần kéo dài theo chiều dài của các stato, và được liên kết với các rôto phát từ trường tương ứng.

Tốt hơn là, để lắp ráp đơn giản và tiết kiệm thời gian, đối với các stato siêu dẫn nhiệt độ cao gồm vật liệu được ghép nối với nhau theo cách phân lớp, và được thiết kế có dạng dải hoặc dạng cáp trong phần kéo dài theo chiều dài của nó. Thiết kế đơn giản và tiết kiệm vật liệu của thiết bị đạt được một cách hiệu quả ở chỗ các stato siêu dẫn nhiệt độ cao được tạo thành kết cấu dạng ống trong ống cách nhiệt với nhau, trong đó ống “mát” bên trong, được nối với stato HTS, có nhiệt độ thấp hơn nhiệt độ tới hạn siêu dẫn, và ống bên ngoài có nhiệt độ môi trường xung quanh. Một phương án thuận lợi của thiết bị để sử dụng ở các tốc độ làm việc cao đạt được nếu ống bên ngoài được làm bằng vật liệu có độ dẫn điện cao để tạo dòng điện xoáy, và bằng cách này đem lại sự ổn định từ tính bổ sung trong quá trình kéo sợi quay và xoắn. Ổ trục từ tính ổn định của các rôto, đồng thời với chi phí thấp, đạt được một cách thuận lợi ở chỗ các stato, trong mỗi trường hợp, được tạo ra từ tinh thể YBaCuO của hợp chất $\text{Y}_1\text{Ba}_2\text{Cu}_3\text{O}_x$ (Y123) hoặc tinh thể đơn của nhóm REBaCuO của hợp chất $\text{RE}_1\text{Ba}_2\text{Cu}_3\text{O}_x$ (RE – đất hiếm) và các vật siêu dẫn của họ bitmut BiSrCaCuO .

Sáng chế đạt được các cải tiến kỹ thuật và kinh tế cho máy bằng cách sử dụng bố trí stato HTS khổ lớn thẳng và siêu dẫn. Thiết bị theo sáng chế cho phép rôto hoạt động ở tốc độ cao hầu như không ma sát. Điều này đạt được nhờ việc treo stato đơn giản hoá cao và việc làm mát đồng thời khả thi của tất cả stato liên quan.

Giải pháp đề xuất làm nhẵn đường dẫn cho thiết kế mô-đun và làm mát tập trung bằng nitơ lỏng LN_2 . Hơn nữa, chi phí vật liệu HTS và máy được giảm đi đáng kể.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Sáng chế sẽ được giải thích chi tiết hơn dưới đây có tham khảo một phương án. Trên các hình vẽ minh hoạ:

Fig.1 là hình vẽ so sánh ổ trục từ tính và các rôto trong tình trạng kỹ thuật và theo sáng chế,

Fig.2 là hình vẽ phối cảnh của ổ trục từ tính bao gồm ba stato,

Fig.3 là hình vẽ mặt cắt ngang của ổ trục từ tính bao gồm ba stato,

Fig.4 là hình vẽ phối cảnh của ổ trục từ tính bao gồm hai stato,

Fig.5 là hình vẽ mặt cắt ngang của ổ trục từ tính bao gồm hai stato,

Fig.6 là hình vẽ thể hiện thiết kế kết cấu bên trong của stato,

Fig.7 là hình vẽ thể hiện sự ổn định bổ sung của rôto, và

Fig.8 là hình vẽ thể hiện băng bao bọc của rôto, với mục đích bù lực động học.

Mô tả chi tiết sáng chế

Fig.1 là hình vẽ so sánh giữa phương pháp xe sợi đơn kiểu nôi-khuyên thông thường (a) và phương pháp kéo sợi nôi-khuyên tốc độ cao HTS bằng kết cấu vòng quấn và con chạy được treo bằng từ trường và theo cách không ma sát (b). Với mục đích này, các cọc sợi 3, cùng với sợi được quấn để tạo thành các cuộn 5, được lắp từ tính giữa hai stato siêu dẫn nhiệt độ cao 1 bố trí song song nhau. Trong cả hai bố trí này, các rôto hình khuyên phát từ trường 2 được lắp bằng từ trường được sử dụng. Sợi cần quấn được nạp bởi hệ thống nạp liệu 16 của máy. Sự khác nhau giữa hai giải pháp bao gồm thiết kế của ổ trục từ tính, và hệ thống làm mát, được yêu cầu trong mỗi trường hợp, của vật siêu

dẫn. Điển hình, ổ trục từ tính HTS được bố trí đồng trục với mỗi cọc sợi 3, và hệ thống làm mát được làm thích ứng theo cách phức tạp cho mỗi vòng bi riêng lẻ. Ngược lại, trong trường hợp của ổ trục từ tính theo sáng chế, ổ trục từ tính đặt được giữa hai stato HTS liền kề dọc theo hàng cọc sợi. Trong trường hợp này, hệ thống làm mát cần thiết được thiết kế để cho phép làm mát đồng thời tất cả các stato, theo cách thức đơn giản.

Hình vẽ phối cảnh trên Fig.2 thể hiện ổ trục từ tính siêu dẫn bao gồm ba stato 1. Các rôto 2 được thiết kế làm các vòng từ tính vĩnh cửu có các con chạy tích hợp (ví dụ là các vấu). Các stato 1 được trang bị các vật siêu dẫn nhiệt độ cao (HTS - high-temperature superconductor) kéo dài song song với nhau và dọc theo hàng cọc sợi. Các rôto 2 được lắp bởi từ trường trong khoảng trống ở giữa giữa hai stato 1 liền kề nhau. Ngoài ra, nếu được yêu cầu, cũng có thể bố trí song song các stato 1 khác. Ống nhỏ 8, bao gồm các vật siêu dẫn HTS bố trí trên đó, được đưa vào bên trong các stato 1 được tạo ra như các ống 9. Các vật liệu siêu dẫn 4 nêu trên được áp dụng, ở các phần, dọc theo phần kéo dài theo chiều dài của ống 8 sao cho chúng đạt được vị trí dự tính của rôto 2 liên quan. Giải pháp được đề xuất được làm thích ứng, về mặt kết cấu và thiết kế, với các máy kéo sợi kiểu nôi-khuyên thông thường. Do kết cấu thẳng, sự đổi mới tuân theo thiết kế máy kéo sợi kiểu nôi-khuyên truyền thống và loại bỏ nhu cầu thay đổi đáng kể với máy kéo sợi kiểu nôi-khuyên nếu các thiết bị chạy vòng thông thường được thay thế bởi các ổ trục từ tính siêu dẫn (SMB - superconducting magnetic bearing). Trong trường hợp này, hệ thống hoạt động theo cách không tiếp xúc và có ma sát quay cực nhỏ.

Việc treo tự do của tổ hợp rôto phía trên stato HTS 1, và chuyển động quay của nó ở tốc độ gần như bằng tốc độ của cọc sợi, làm cho nhiệt ma sát của rôto 2 được loại bỏ đáng kể, ngay cả khi tốc độ rôto tăng thêm nữa. Trong trường hợp này, trong quá trình động học chỉ tạo ra lực ma sát thấp giữa sợi và con chạy. Chuyển động quay của rôto 2 được tạo ra làm giảm đi đáng kể tương

tác ma sát sợi/con chạy, kết quả là phần lớn nguồn nhiệt được triệt tiêu. Trong trường hợp này, rôto 2 và stato 1 được thiết kế sao cho trong mỗi trường hợp khe hở không khí hình khuyên được tạo ra, nằm cách hướng trục giữa rôto 2 và stato 1 và đồng trục với cọc sợi 3. Sợi được dẫn hướng qua con chạy quay, và có thể được quấn trên thân cuộn quay. Khác với các giải pháp ổ trục trước đây, trong đó các cọc sợi liên kết 3 chạy ở điều kiện nhiệt độ môi trường trong quá trình cấp qua của bộ điều nhiệt, trong giải pháp mới, các cọc sợi 3 không cần phải giữ cách ly, và có khoảng trống dọc theo hàng cọc sợi. Kết cấu này cho phép làm mát bằng nitơ lỏng (LN2) kết hợp của một hàng stato tương ứng 1 có khoảng trống tự do lớn. Hơn nữa, trong trường hợp này, các cọc sợi 3 và các cuộn có thể được bảo dưỡng hoặc thay thế dễ dàng hơn.

Fig.3 là hình vẽ thể hiện kết cấu mặt cắt ngang của ổ trục từ tính được tạo ra từ ba stato 1. Có thể nhìn thấy bố trí của các ống bên trong 8 ở trong các ống bên ngoài tương ứng 9. Các rôto 2, cùng với các cọc sợi liên kết 3 trong mỗi trường hợp, được treo bởi từ trường trong không gian ở giữa giữa hai stato liên kết 1 trong mỗi trường hợp. Giữa các ống (8; 9), việc làm mát đồng thời tất cả các vật siêu dẫn được thực hiện bằng cách làm mát nitơ lỏng (LN2).

Hình vẽ minh họa trên Fig.4 là hình vẽ phối cảnh của ổ trục từ tính gồm hai stato 1. Cũng theo phương án này, các vật siêu dẫn HTS 4 được phủ lên ống bên trong 8, ở các phần dọc theo chiều dài của các stato 1, và được định vị, về mặt vị trí, sao cho chúng đạt được vị trí về mặt từ tính của các cọc sợi 3 được giả định. Hơn nữa, cũng có khả năng thiết kế các vật siêu dẫn HTS 4 ở dạng dải hoặc cáp, mà vật siêu dẫn này được phủ lên ống bên trong 8, trên toàn bộ chiều dài của stato 1, trong khi lắp ráp. Tại các điểm mang từ tính của rôto 2, được tạo ra trong mỗi trường hợp, vật siêu dẫn, thường được tạo kết cấu phân lớp, đã được làm thích ứng với cường độ từ trường được tạo ra, trong quá trình tiền chế.

Hình vẽ mặt cắt ngang của ổ trục từ tính được tạo ra từ hai stato 1 có thể thấy trên Fig.5. Ngoài ổ trục của rôto 2 đã được thiết lập, các đường làm mát 15 dẫn vào bên trong và ra khỏi bên trong của các stato 1 có thể thấy trên hình vẽ.

Thiết kế kết cấu bên trong của stato 1 có thể thấy trên hình vẽ minh hoạ trên Fig.6. Trong trường hợp này, ống bên ngoài hình vuông 9 tạo thành khoang chân không cho ống bên trong hình vuông tương tự. Vật siêu dẫn HTS 4 được liên kết bằng kéo dính với ống mát bên trong 8. Nitơ lỏng, làm chất làm mát, được đưa vào trong ống bên trong 8. Việc cố định từ của ống bên trong 8, được nối với vật siêu dẫn HTS 4, đạt được bằng các cụm cách ly 10 gồm các kết cấu sợi thủy tinh. Các cụm này được thiết kế sao cho chúng có liên kết dẫn nhiệt với ống bên ngoài 9 chỉ ở các phần tỳ điểm 11, 12. Kết quả là, mỗi nối dẫn nhiệt giữa ống bên trong “mát” 8 và ống bên ngoài 9, được điều chỉnh tới nhiệt độ môi trường, được ngăn chặn phần lớn. Vì các thanh có thể chứa hợp kim Al khối lượng nhẹ, thiết kế có thể được tạo kết cấu theo cách rất gọn, và với khối lượng thấp. Hơn nữa, vật liệu hợp kim Al của bộ điều nhiệt đạt được mỗi nối dẫn nhiệt cao giữa ống bên trong 8 và vật siêu dẫn HTS 4. Tuy nhiên, hệ số giãn nở nhiệt cao của hợp kim Al ở nhiệt độ môi trường phải được tính đến trong việc xác định và cố định vị trí chiều dọc chính xác của các stato siêu dẫn 1 trong các chi tiết mang dài từ 4 đến 5 m.

Hình vẽ thể hiện sự ổn định vị trí bổ sung của rôto 2 có thể thấy trên Fig.7. Ngoài việc nâng rôto hình khuyên dẫn sợi 2, theo cách thức cải tiến, sự ổn định bổ sung đạt được bằng dòng điện xoáy 17 được cảm ứng trong bộ điều nhiệt và các stato 1. Ống bên trong và bên ngoài bằng hợp kim nhôm dẫn điện. Kết quả là, rôto quay 2 sẽ được nâng trên tám kim loại Al. Vì vậy, hai hiệu quả góp phần ổn định rôto quay 2. Theo định luật Len-xơ, hướng của hiệu ứng cảm ứng từ có tác dụng chống lại nguyên nhân gây hiệu ứng. Kết quả là, hướng của lực từ tác dụng lên nam châm chuyển động chống lại di chuyển của nó. Dòng

điện cảm ứng dẫn tới hiện tượng dòng điện được duy trì, ở chỗ nó chống lại di chuyển hoặc thay đổi từ thông. Lực nâng, theo hướng vuông góc với mặt phẳng dẫn điện, và lực hãm cản trở ngược với hướng quay, tồn tại phía trên các stato 1. Do đó, cả hai lực góp phần giữ và ổn định bổ sung cho rôto quay 2 trong khi quán và xoắn. Một phương án khác là lực hãm được tạo ra, mà lực làm này, như là kết quả của sự thay đổi từ tính ngoại biên của rôto hình khuyên 2, thực hiện hãm nhanh rôto quay 2. Ở tốc độ thấp, lực cản tỷ lệ với tốc độ $v = \omega/r$ và lớn hơn lực nâng, trong đó lực nâng tỷ lệ với v^2 .

Khi tốc độ của rôto 2 tăng lên, lực cản đạt được tối đa và giảm đi $1/(v)^{1/2}$. Ngược lại, lực nâng, mà ổn định rôto 2, tăng lên, ở tốc độ thấp, bằng v^2 , và vượt qua lực cản khi tốc độ tăng. Tỷ lệ của lực nâng so với lực cản có tầm quan trọng thực tế đáng kể, và dẫn tới $f_L/f_D = v/v_i$, trong đó v và v_i là các tốc độ của lưỡng cực từ phía trên tấm dẫn điện và hình ảnh dương và âm tương ứng truyền xuống dưới ở tốc độ v_i .

Đồ thị trên Fig.8 thể hiện chế độ hoạt động cơ bản của các rôto 2 trong trường hợp áp dụng kéo sợi kiểu nôi khuyên ở tốc độ cao. Trong trường hợp của giải pháp theo sáng chế cho các tốc độ cao, hiệu ứng ma sát quay và động học của ổ trục từ là đặc biệt quan trọng. Các ưu điểm cơ bản của các ổ trục siêu dẫn so với các ổ trục thông thường là đáng kể trong lĩnh vực này. Các ổ trục từ thụ động siêu dẫn có ma sát về cơ bản nhỏ hơn các ổ trục lăn thông thường, ít nhất với hệ số bằng bốn mươi. Ngay cả so sánh với các ổ trục khí nén, ma sát của ổ trục HTS từ tính thụ động nằm trong phạm vi phần nghìn, và vì vậy nhỏ hơn một cách đáng kinh ngạc. Ma sát cực nhỏ này là cơ sở vật lý cho công nghệ kéo sợi kiểu nôi-khuyên cải tiến, với các tốc độ quay của cọc sợi rất cao.

Lực ly tâm cũng là một điểm quan trọng của động lực học rôto vòng. Sáng chế tập trung vào các tốc độ quay của rôto từ tính vĩnh cửu 2 bao gồm thanh dẫn hướng sợi lên đến 50000 vòng/phút. Rôto 2 có kích cỡ 60 cm x 40

cm x 1 cm, dùng làm chi tiết xoắn và quay, chịu lực ly tâm lớn, mà có thể phá hủy vòng hoạt động. Trong cách tiếp cận thứ nhất, cần dự tính xem xét lực kéo cực đại hoặc mật độ lực bằng véc-tơ tiếp tuyến tại bán kính bên trong r_i .

$$\sigma_t = \rho v^2 = \rho \omega^2 r^2$$

Khi rôto hình khuyên 2 quay, các lực ly tâm tạo ra, chúng có thể phá hủy rôto 2. Các lực cơ học lớn nhất xuất hiện tại bán kính bên trong của vòng quay. Trị số của ứng suất kéo của NdFeB thiêu kết xấp xỉ 80 đến 90 MPa (12000 psi). Tuy nhiên, ở tốc độ quay 50000 vòng/phút quanh cọc sợi, vòng PM làm bằng NdFeB, có kích cỡ 60 x 40 x 10 chịu mật độ lực tiếp tuyến cực đại xấp xỉ 185 MPa; lớn hơn hệ số hai so với ứng suất kéo của vật liệu bên trong. Do đó, lực động học cần phải được bù bằng băng bao bọc tương ứng 18 theo hướng chu vi của rôto 2.

Vòng băng 18 phải gồm các vật liệu có ứng suất kéo cao, là các hợp kim Al hoặc Mg, như là thép không gỉ phi từ tính, cường độ cao, hoặc vòng phi kim gồm thủy tinh hoặc các hợp chất sợi cacbon. Trong trường hợp tốt nhất và tối ưu, việc gia cố vòng an toàn đảm bảo áp lực trước tác dụng lên rôto 2 ngay cả ở tốc độ bằng không, và sau đó ngăn bất kỳ vết nứt hoặc khuyết tật nào của vòng từ NdFeB dưới tốc độ vận hành danh nghĩa. Như một giải pháp thực tế, chiều dày vòng an toàn bằng hợp kim Al AL7075 3 mm được lựa chọn và được nối cứng với rôto 2 bằng phương pháp co nhiệt.

Danh sách số chỉ dẫn

- 1 stato
- 2 rôto
- 3 cọc sợi
- 4 vật siêu dẫn HTS
- 5 cuộn dây

- 6 sợi
- 7 con chạy
- 8 ống bên trong
- 9 ống bên ngoài
- 10 cụm cách ly
- 11 phần tỳ điểm
- 12 phần tỳ điểm
- 13 băng
- 14 khí làm việc N_2
- 15 các đường làm mát
- 16 hệ thống nạp liệu
- 17 dòng điện xoáy
- 18 băng

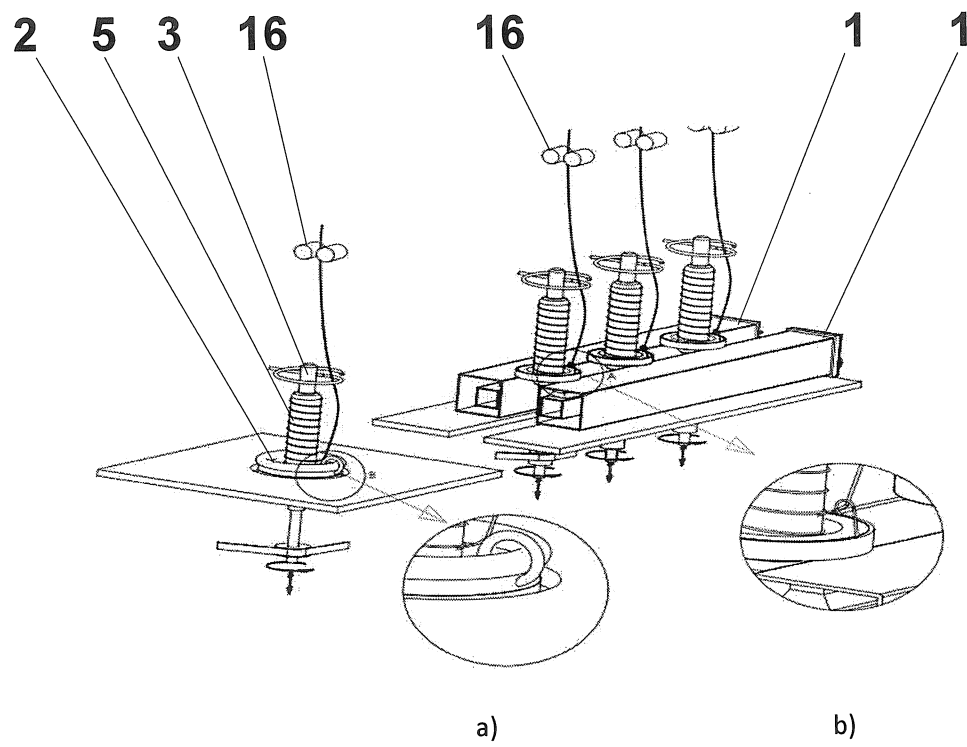
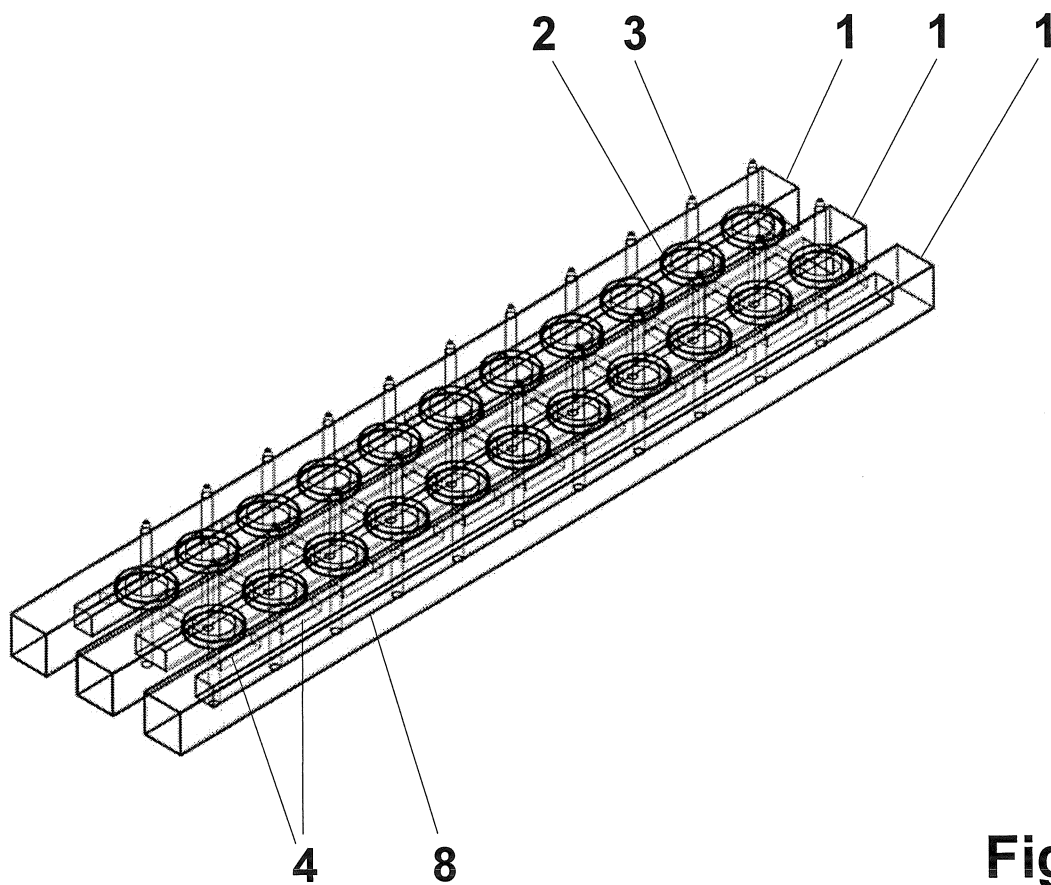
Yêu cầu bảo hộ

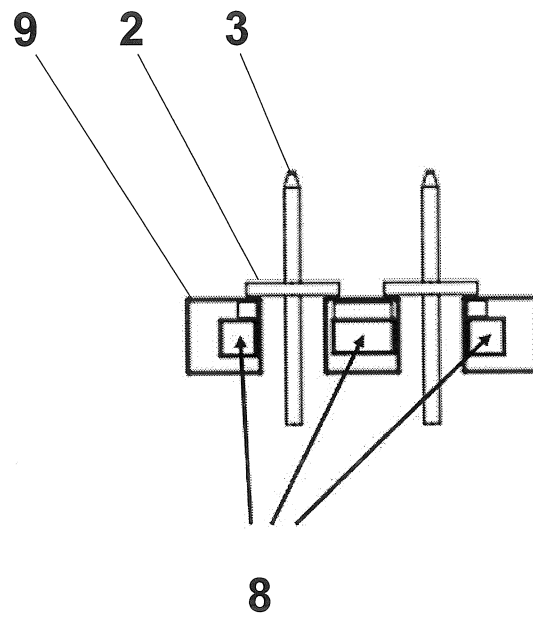
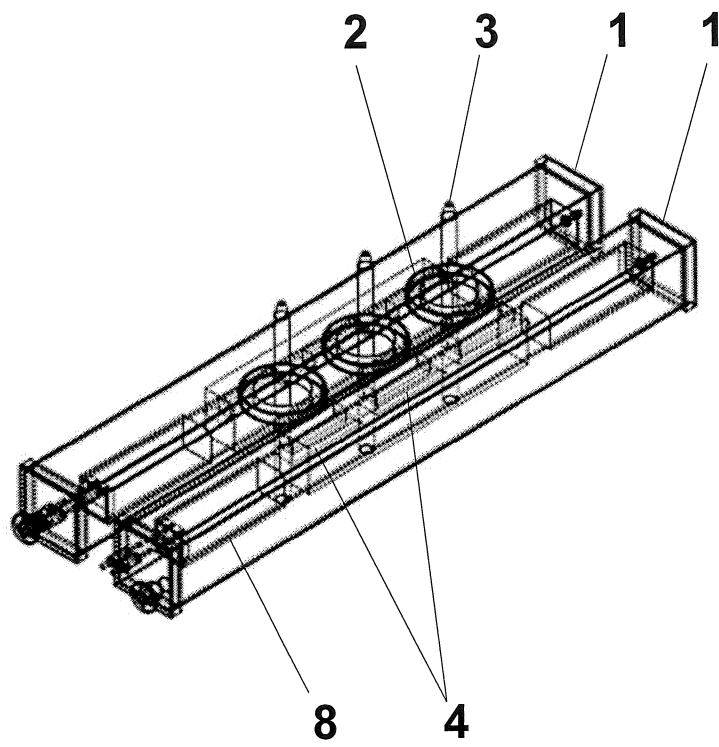
1. Thiết bị để quấn và xe vật liệu sợi trong máy kéo sợi kiểu nôi-khuyên hoặc máy xe sợi kiểu nôi khuyên, bao gồm các stato bao gồm ít nhất một vật liệu siêu dẫn nhiệt độ cao và phương tiện làm mát stato, và bao gồm các rôto hình khuyên phát từ trường được liên kết đồng trục với các cọc sợi quay được và các rôto này, cùng với con chạy được kết nối, dùng để dẫn hướng và quấn sợi trên trục quay liên quan, khác biệt ở chỗ ít nhất hai stato siêu dẫn nhiệt độ cao (1), cùng với các thiết bị làm mát được kết nối theo cách truyền nhiệt được của nó, được bố trí theo cách không tiếp xúc và song song với nhau xuôi theo hàng cọc sợi, và các rôto phát từ trường (2), được định hướng đồng trục với cọc sợi (3), được đưa vào theo cách nâng bằng từ trường trong từ trường của khoảng trống liên tục ở giữa, giữa các stato (1) liền kề nhau.
2. Thiết bị theo điểm 1, khác biệt ở chỗ, các rôto phát từ trường (2) được trang bị các bộ thu từ thông sát từ dùng để gia tăng cường độ từ trường và dẫn hướng từ trường về phía vật siêu dẫn nhiệt độ cao (4).
3. Thiết bị theo điểm 1, khác biệt ở chỗ, các stato siêu dẫn nhiệt độ cao (1), mỗi stato gồm ít nhất hai chi tiết HTS khổ lớn được thiết kế cách ly với nhau, ở các phần, và được liên kết với các rôto phát từ trường tương ứng (2).
4. Thiết bị theo điểm 1, khác biệt ở chỗ, các stato siêu dẫn nhiệt độ cao (1) chứa vật liệu được ghép nối với nhau theo cách phân lớp, và được thiết kế ở dạng dải hoặc dạng cáp theo phần kéo dài theo chiều dài của nó.
5. Thiết bị theo điểm 1, khác biệt ở chỗ, các stato siêu dẫn nhiệt độ cao được tạo ra ở kết cấu ống trong ống cách ly nhiệt với nhau, trong đó ống “mát” bên trong (8), được nối với stato HTS (1), có nhiệt độ thấp hơn nhiệt độ tới hạn siêu dẫn, và ống bên ngoài (9) giả định có nhiệt độ môi trường xung quanh.

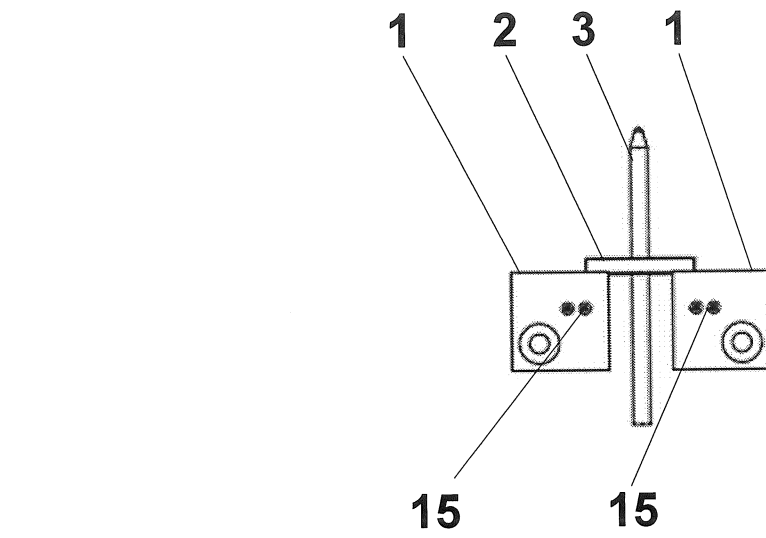
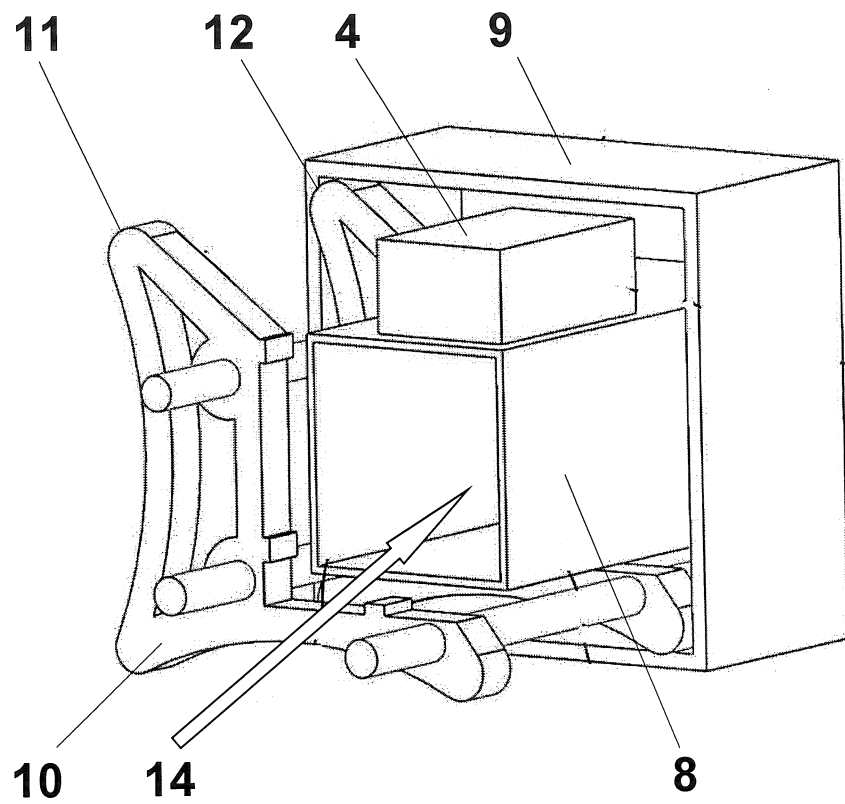
6. Thiết bị theo điểm 1 và 5, khác biệt ở chỗ, ống bên ngoài (9) được làm bằng vật liệu có độ dẫn điện cao thích hợp để phát dòng điện xoáy, và bằng cách này mang lại sự ổn định từ tính bổ sung trong hoạt động kéo sợi quay và xe sợi.
7. Thiết bị theo điểm 1, khác biệt ở chỗ, các stato (1) mỗi stato được tạo ra từ tinh thể YBaCuO của hợp chất $\text{Y}_1\text{Ba}_2\text{Cu}_3\text{O}_x$ (Y123) hoặc tinh thể đơn của nhóm REBaCuO của hợp chất $\text{RE}_1\text{Ba}_2\text{Cu}_3\text{O}_x$ (RE – đất hiếm) và các vật siêu dẫn của họ bitmut BiSrCaCuO .
8. Thiết bị theo điểm 1, khác biệt ở chỗ, các stato (1) mỗi stato gồm nhiều tinh thể đơn được bố trí cạnh nhau hoặc được phát triển cùng nhau.
9. Thiết bị theo điểm 1, khác biệt ở chỗ, với mục đích bù lực ly tâm của chúng, các rôto phát từ trường (2) mỗi rôto bao gồm băng bao bọc (13) chứa vật liệu có độ bền kéo cao.
10. Thiết bị theo điểm 1, khác biệt ở chỗ, trong cụm stato-bộ điều nhiệt, với mục đích ổn định bổ sung, lực nâng hỗ trợ điện động được thực hiện bằng vật liệu có độ dẫn điện cao và do sự tạo dòng điện xoáy trong bề mặt kim loại của bộ điều nhiệt.
11. Thiết bị theo điểm 1 và 5, khác biệt ở chỗ, ống bên trong (8) được làm mát bằng cách cung cấp nitơ lỏng, và sự dẫn nhiệt giữa các ống bên trong và bên ngoài (8; 9) được ngăn cản bằng cách nhiệt chân không giữa các ống bên trong và bên ngoài (8; 9) và bằng các phần tử điểm (11; 12) của các cụm cách ly cơ học (10) được gài giữa các ống (8; 9).
12. Thiết bị theo điểm 1 và 5, khác biệt ở chỗ, ống bên trong (8) được làm mát bằng kết nối với bộ làm mát.
13. Phương pháp quân và xe vật liệu sợi trong máy kéo sợi kiểu nôi-khuyên hoặc máy xe sợi kiểu nôi-khuyên, trong đó các vòng từ tính vĩnh cửu, dùng làm

các rôto, được lắp trong các ổ trục từ tính siêu dẫn nhiệt độ cao, khác biệt ở chỗ, thiết bị theo điểm bất kỳ trong các điểm từ 1 đến 12 được bố trí, các rôto (2) được kết hợp theo cách đồng trục với các cọc sợi (3) được lắp theo cách nâng bằng từ trường bên trong khoảng trống liên tục ở giữa hai stato (1), hai stato được nối với các bộ điều nhiệt và được bố trí song song và theo cách không tiếp xúc dọc theo hàng cọc sợi, trong đó việc làm mát đồng thời tất cả các stato (1) được thực hiện bằng các bộ điều nhiệt được nối với các stato (1) và vì vậy cũng kéo dài dọc theo hàng cọc sợi.

14. Phương pháp theo điểm 13, khác biệt ở chỗ, việc làm mát các stato (1) đạt được bằng cách cung cấp nitơ lỏng thông qua ống bên trong (8), kéo dài dọc theo hàng cọc sợi, của kết nối ống trong ống của bộ điều nhiệt, sự cách nhiệt giữa các ống bên trong và bên ngoài (8; 9) đạt được bằng cách ly chân không, và khí làm “mát” N_2 (14) được ngưng tụ bằng cách tái làm mát cơ học liên tục và được hóa lỏng, và được cấp trở lại mạch làm mát.

**Fig. 1****Fig. 2**

**Fig. 3****Fig. 4**

**Fig. 5****Fig. 6**

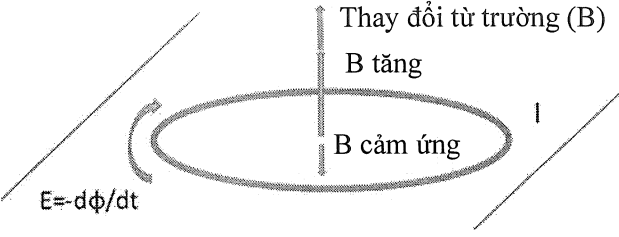


Fig. 7

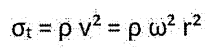


Fig. 8