

325730

PATENTE DE INVENCIÓN

B. 1632-3.

325730

20 ABR.



Memoria Descriptiva
sobre

"PROCEDIMIENTO DE IMPREGNACION DE BOBINAS SUPRACONDUCTORAS".

Solicitante: COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE, entidad francesa,
residente en 29, rue de la Fédération, 75, París
(15ème), Francia.

La presente invención se refiere a un procedimiento de impregnación de bobinas supraconductoras, así como las bobinas supraconductoras obtenidas por aplicación de este procedimiento.

5

Es sabido que a una bobina supraconductora le

325730



corresponde una corriente crítica por encima de la cual la resistencia eléctrica de la bobina reaparece, al menos parcialmente.

- Las corrientes críticas de las bobinas supraconductoras son inferiores a las de elementos cortos del mismo hilo sometidos a las mismas pruebas y en las mismas condiciones (campo magnético perpendicular a la corriente). Tal fenómeno constituye lo que se llama degradación y con frecuencia se tiene ocasión de recurrir a la noción de coeficiente de degradación, siendo este coeficiente la relación de las intensidades máximas observadas respectivamente con un hilo bobinado y con una muestra corta del mismo hilo. Según su definición, este coeficiente de degradación tiene como valor máximo la unidad, y de lo antedicho se desprende que cuando más débil sea la degradación, más elevado será el coeficiente de degradación, e inversamente.
- 5.
- 10.
- 15.

- Dado que la intensidad máxima del campo magnético que se realiza con una bobina supraconductora es proporcional a la corriente crítica, es de primera importancia tratar de dar a la corriente crítica, y por ende el coeficiente de degradación, el valor más fuerte posible.
- 20.

- Se han emprendido numerosos estudios para disminuir la degradación de las bobinas supraconductoras (y por consiguiente, aumentar su coeficiente de degradación); en particular se han realizado grandes progresos sustituyendo el hilo desnudo por un hilo recubierto de una funda de cobre más o menos espesa.
- 25.
- 30.

20 ABR 1966



5. Además, el Profesor Louis WEIL, de la Universidad de Grenoble (Francia) ha realizado importantes progresos en este campo asegurando una mejor inmovilización del hilo por medio de una impregnación por agua, como se ha expuesto en la solicitud de patente francesa nº PV 949.731, del 7 de octubre de 1963, a nombre del "Commissariat à l'Energie Atomique" para "Procedimiento de impregnación de bobinas supraconductoras".

10. Por aplicación de este último procedimiento, se ha hecho posible hacer pasar el valor de la corriente crítica de una bobina supraconductora dada de 18 a 25 amperios.

15. No obstante, incluso en las mejores condiciones, el valor del coeficiente de degradación obtenido hasta hoy es siempre muy inferior a la unidad y los mejores resultados de la técnica anterior corresponden a coeficientes de degradación del orden de 0,8, lo cual es muy inferior al máximo deseable.

20. Además, hay que hacer observar que en condiciones dadas de campo magnético, y una vez que la bobina supraconductora se ha enfriado, el valor máximo de su corriente crítica no puede alcanzarse en el curso del primer aumento de la intensidad; en efecto, la bobina ha de volver a su estado normal y someterse después de nuevo a un aumento de intensidad, a partir de un valor nulo o casi nulo, varias veces seguidas, hasta que se alcanza el valor máximo de la corriente crítica. Esta evolución de la bobina en el curso de subidas de intensidad sucesivas se denomina

25. "acomodación".

30.

20 ABR.



Dado que, cada vez que vuelve la bobina a su estado normal, se produce un consumo de líquido refrigerante correspondiente a la energía magnética almacenada, es de primera importancia reducir el número de los ciclos de acomodación.

5. A este respecto, diremos que, como consecuencia de estudios sistemáticos tendentes, por una parte, a determinar las mejores condiciones de inmovilización del hilo y, por otra parte, a asegurar eventualmente en condiciones óptimas, la salida del calor producido en el curso de los pequeños saltos de flujo que se producen en el interior de la bobina, los inventores han puesto a punto una forma de realización de las bobinas que asegura un coeficiente de degradación situado a proximidad inmediata de la unidad, y una acomodación muy breve. Se consigue así en la construcción de las bobinas una considerable economía de materias primas, al tiempo que se aseguran condiciones de funcionamiento mucho más seguras y más económicas.

10. La presente invención se refiere a un procedimiento de impregnación de bobinas supraconductoras que aseguran un coeficiente de degradación prácticamente igual a la unidad y una acomodación muy breve, caracterizándose dicho procedimiento por el hecho de que se introduce entre las espiras sucesivas, en el momento del bobinado, un impregnante heterogéneo constituido por un material en estado granular que posee un módulo de elasticidad de por lo menos 8.000 kg/mm^2 , en suspensión en un material que, viscoso en el momento del bobinado, pasa al estado sólido a muy bajas tempera-

325730 20 ABR 1966



turas.

Este procedimiento permite, a diferencia de los procedimientos de impregnación conocidos, introducir el componente duro, y eventualmente buen conductor del calor, en el lugar exacto donde sea necesario, es decir entre las espiras, lo cual no tiene lugar con los procedimientos conocidos, según los cuales la impregnación no tiene lugar más que una vez terminada la bobina.

Además, el procedimiento según la invención ofrece la ventaja, en el caso de que el material, viscoso en el momento del bobinado, pueda recuperar este estado viscoso, principalmente por retorno a la temperatura ordinaria, de permitir una reutilización del hilo supraconductor, materia prima muy costosa, en particular en el caso de rotura accidental.

La presente invención se refiere igualmente a las bobinas supraconductoras de coeficiente de degradación prácticamente igual a la unidad y de acomodación muy breve, obtenidas por aplicación de este procedimiento.

El material granular del impregnante heterogéneo es, ventajosamente, un cuerpo duro que presenta una gran conductibilidad térmica. Puede ser un cuerpo duro amorfo, por ejemplo vidrio prensado, pero es preferible un cuerpo en estado cristalino, tal como la arena de sílice, la alúmina pulverizada o el óxido de berilio. En todos los casos, el cuerpo duro granular debe tener un módulo de elasticidad de por lo menos 8.000 kg/mm^2 .

Las dimensiones de los granos no tienen límites imperativos, siendo lo esencial que estos granos sean

325730



suficientemente pequeños para no provocar una elevación del coeficiente de aumento, pero lo bastante gruesos para que su dimensión lineal no sea mucho más pequeña que el libre recorrido medio de los fonones (cuantos acústicos) en el impregnante heterogéneo a la temperatura de 5. 4°K, en la medida en que se quiera obtener beneficio de la conductibilidad térmica del material granular.

Se utilizan por ejemplo granos de un diámetro comprendido entre 20 y 50 micras.

10. Además, a la temperatura a la cual se efectúa el bobinado, el material de suspensión debe ser bastante fluido para que se pueda introducir en él fácilmente el material granular, al tiempo que presente una consistencia suficiente para que este último no forme depósito cuando se aplique el impregnante heterogéneo en el curso del bobinado. Una grasa comercial bastante consistente es particularmente adecuada para tal uso.

Una gran ventaja del procedimiento de impregnación según la invención con respecto a los procedimientos de impregnación conocidos reside en el hecho de que, en tanto que los productos de impregnación conocidos tienen, a baja temperatura, esto es, en las condiciones de empleo de las bobinas supraconductoras, un módulo de elasticidad que no sobrepase apenas los 1.000 kg/mm² 20. (tal es el caso del hielo o del aceite congelado), el impregnante heterogéneo según la invención, debido a que contiene granos de un material duro de módulo de elasticidad elevado permite a la bobina supraconductora resistir los esfuerzos electromagnéticos que se ejercen 25. sobre su hilo, esfuerzos que podrían provocar desplaza- 30.



mientos más o menos bruscos de las espiras, arrastrando a éstas saltos de flujo generadores de degradación.

5. La figura única anexa es un gráfico que evidencia las ventajas del procedimiento de impregnación según la invención: el hilo utilizado es un hilo de niobio-titanio, cuyas características, cuando está en estado de muestra corta, podrían representarse gráficamente en la figura por una curva comprendida entre las curvas 1 y 2, dependiendo la posición exacta de esta curva de las condiciones de fabricación.

10. Se confecciona con este hilo una bobina cuyo diámetro útil es de 30 mm y, conforme al procedimiento según la invención, se introduce entre espiras inmediatas, en el curso del bobinado, un impregnante heterogéneo constituido por granos de arena de sílice de un diámetro de 20 a 25 micras en suspensión en grasa, al vacío.

15. Terminada la bobina, se la enfría hasta la temperatura del helio líquido y las pruebas efectuadas muestran que la corriente crítica de esta bobina proporciona un campo magnético de 87.000 oersteds sobre el eje (y de aproximadamente 88.500 oersteds sobre la primera capa interna del bobinado), como lo indica la curva 3, con referencia a un eje de las abscisas graduado en kilo-oersteds y a un eje de las ordenadas graduado en amperios según una escala logarítmica, habiéndose trazado esta curva sobre la suposición de que se ha situado la bobina en un campo magnético exterior de 40 k-Oe.

20.

25.

30.



5. La figura muestra que el valor de la corriente crítica así obtenida es igual al de la corriente crítica de la muestra corta (punto A); por consiguiente, el coeficiente de degradación de la bobina es igual a la unidad.
- La curva 4 y el punto B corresponden a los resultados obtenidos con la misma bobina, pero sin campo magnético exterior.
10. A título de comparación y para hacer resaltar el interés del procedimiento según la invención, la figura comprende la zona de funcionamiento correspondiente a las bobinas supraconductoras estudiadas hasta el día. Esta zona (C) pone en evidencia un coeficiente de degradación que no sobrepasa nunca el valor 0,85.
15. Es de hacer observar que, debido al hecho de que el procedimiento según la invención permite alcanzar valores de la corriente crítica que no se habían alcanzado hasta el presente, es posible con una bobina realizada conforme a la invención, producir el mismo campo magnético que el producido por una bobina de la técnica anterior, de igual volumen útil, con un número más pequeño de amperios-vueltas.
20. En el ejemplo citado, la ganancia en amperios-vueltas es del orden de 20 %, lo que corresponde a una economía de hilo del orden de 30 % en peso.
25. Además, la presencia en el impregnante heterogéneo de un componente conductor duro asegura a la bobina una estabilidad mayor en caso de fluctuaciones del campo.
- 30.

325730 20 ABR. 1966



N O T A

- Descrita suficientemente la naturaleza del invento, así como la manera de realizarlo en la práctica, debe hacerse constar que las disposiciones anteriormente indicadas son susceptibles de modificaciones de detalle en cuanto no alteren su principio fundamental.
5. También se hace constar que el invento corresponde a una solicitud de patente presentada en Francia con fecha y número siguientes: 21 de abril 1965, nº PV.14.050, acogiéndose por lo tanto a los beneficios que conceden los Convenios Internacionales en vigor y siendo lo que constituye la esencia del referido invento y por lo que se solicita Patente de Invención por 20 años en España sobre: "Procedimiento de impregnación de bobinas supraconductoras"; caracterizándose por lo siguiente:
- 10.
15. 1.- Procedimiento de impregnación de bobinas supraconductoras, consistente en introducir entre las espiras sucesivas, en el momento del bobinado, un impregnante heterogéneo constituido por un material en estado granular que posee un módulo de elasticidad de por lo menos 8.000 kg/mm², en suspensión en un material que, viscoso en el momento del bobinado, se hace pasar al estado sólido a temperaturas muy bajas.
- 20.
25. 2.- Procedimiento según la reivindicación 1, según el cual el material en estado granular es un cuerpo que posee una gran conductibilidad térmica.
30. 3.- Procedimiento según las reivindicaciones 1 y 2, según el cual el material en estado granular es un cuerpo en estado cristalino.
- 4.- Procedimiento según las reivindicaciones 1 a 3, según el cual los granos del material en estado

325730

20



granular tienen un diámetro comprendido entre 20 y 25 micras.

5. 5.- Procedimiento según las reivindicaciones 1 a 4, según el cual el material de suspensión es un material que, a la temperatura a la cual se efectúa el bobinado, es bastante fluido para que se pueda introducir en él fácilmente el material en estado granular, pero bastante consistente para impedir que este último forme un depósito cuando se aplica, y que se hace pasar al estado sólido a temperaturas muy bajas.

6.- Procedimiento según la reivindicación 5, según el cual el material de suspensión es una grasa expandida en el comercio.

15. 7.- Procedimiento de impregnación de bobinas supraconductoras; tal y como queda descrito sustancialmente en la presente Memoria, e ilustrado en los dibujos adjuntos.

Esta Memoria consta de 10 hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid,

20 ABR. 1966

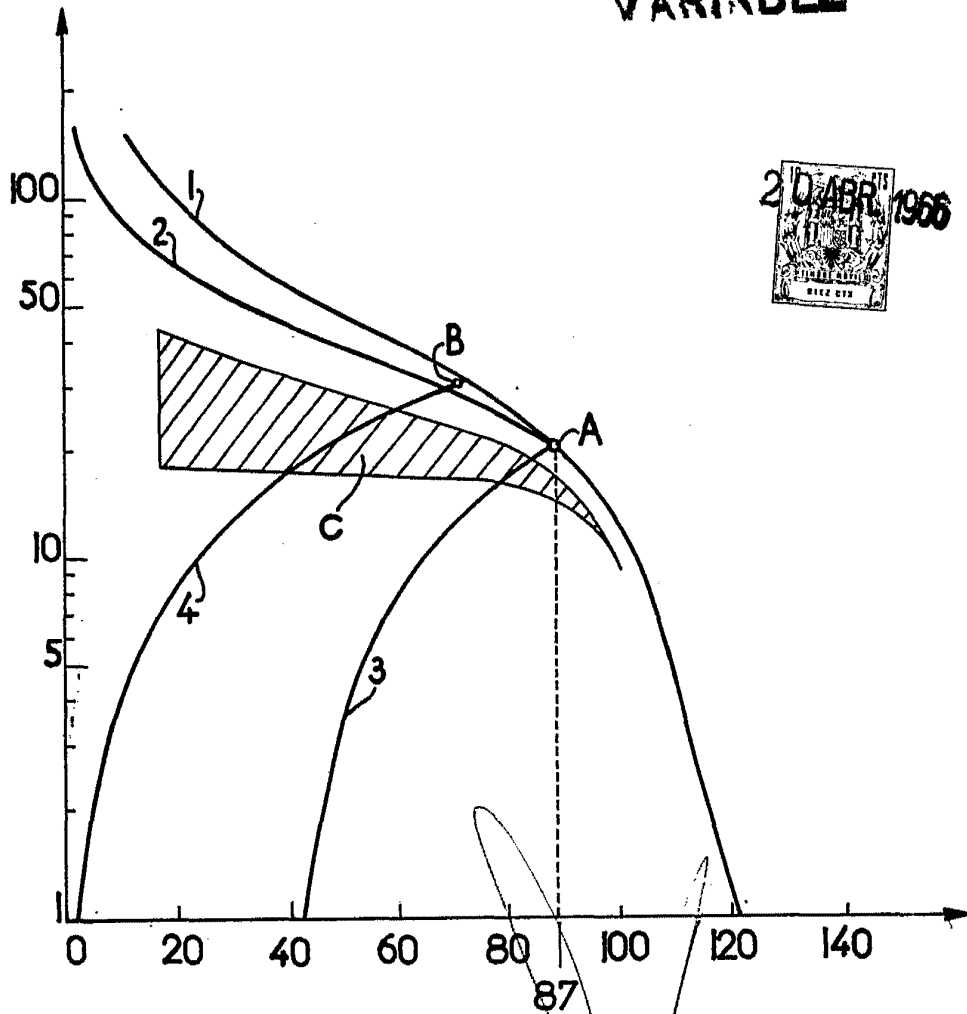
COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE

L. GOMEZ IGLESIA Y MODESTO

P. R. Firmado: F. Hernández Rola

325730

ESCALA
VARIABLE



20 ABR 1966

87

Madrid

J. GÓMEZ ACEBO Y MODET

6. pl. Francisco F. Hernández Ruiz

20 ABR 1966