

Nº 442.368

Int. Cl.: B63H

M E M O R I A D E S C R I P T I V A

correspondiente a la solicitud de una

PATENTE DE INVENCION

Solicitante: KAWASAKI JUKOGYO KABUSHIKI KAISHA.

Domicilio: 14, Higashikawasaki-Cho 2-Chome,
Ikuta-ku, KOBE-SHI, Hyogo-Ken, JAPON.-

Enunciado: UN METODO DE CORREGIR LA VELOCIDAD
ROTACIONAL DE UN PROPULSOR DE HELICE.

1

RESUMEN DE LA DESCRIPCION

La velocidad rotacional de un propulsor de hélice montado sobre un eje de hélice de un buque se incrementa o disminuye de forma correctiva calentando localmente el lado posterior o anterior de cada pala de la hélice a lo largo de una pluralidad de recorridos sustancialmente paralelos a y hacia adentro desde el borde de salida de la pala en una región desde una posición radial de $0,5 R$ aproximadamente a la punta de pala, donde R es el radio de punta, particularmente desde $0,6$ a $0,7 R$, y enfriando las partes así calentadas localmente para formar por ello perturbación aerodinámica en cada pala entre el borde salida y los recorridos de calentamiento de la misma como resultado de la deformación angular que acompaña a la deformación plástica debida al calentamiento y enfriamiento y para disminuir o incrementar por ello el paso efectivo de la hélice.

5

10

15

ANTECEDENTES

Esta invención se refiere en general a propulsores de hélice de paso fijo para uso marítimo y más particularmente a la corrección de las velocidades rotacionales de estas hélices montadas sobre los ejes de hélice de los buques. Más específicamente, la invención se refiere a mejoras en un método de corregir la velocidad rotacional de dicha hélice ajustando el paso efectivo de la misma.

20

Como es bien sabido, un propulsor de hélice de paso fijo instalado en un buque es adecuado inicialmente para el casco y motor de dicho buque, pero la resistencia a su rotación aumenta inevitablemente después del paso de varios años desde el comienzo de su servicio operacional, aunque hay diferencias en el grado de este incremento. En general, este fenómeno es causado por el efecto combinado de

25

30

1 un incremento en la resistencia de rozamiento del casco debi-
da a "ensuciamiento" o corrugación de la superficie exterior
submarina del casco y un incremento en el par de hélice
debido a cambios tales como "ensuciamiento" de las superfi-
5 cias de la hélice. Como resultado, para mantener la velocidad
rotacional de dicha hélice exactamente igual que antes, se
hace necesario un par correspondientemente mayor del motor
principal, es decir, una salida.

Este fenómeno denominado "par rico" tiene lugar
10 inevitablemente en mayor o menor grado sin excepción en un
buque provisto de un propulsor de hélice de paso fijo
sin tener en cuenta el tipo del motor principal, como se
menciona anteriormente. Cuando ocurre, la presión efectiva
media (p.e.m.) y la temperatura de los gases de escape del
15 motor principal son elevadas, especialmente en un buque pro-
pulsado por motor diesel, y existe una posibilidad de que
el motor se sobrecargue. Según eso, para evitar este estado,
el control de salida se hace inevitable, y consiguientemente
la rentabilidad del funcionamiento continuo disminuye nota-
20 blemente.

A este respecto, puede considerarse que la magnitud
de esta "riqueza de par", como valor práctico, es de un or-
den que corresponde a desde 3 a 4 por ciento del par inicial.
En la mayoría de los casos, sin embargo, puede afirmarse que
25 la magnitud de la corrección (incremento) requerida de la
velocidad rotacional es del orden de desde 3 a 4 rpm.

No puede afirmarse que no existe, aunque es muy
raro, el caso de que, en un buque que pasa las pruebas de
mar después de terminarse y antes de ser entregado, se descu-
30 bra que el par requerido para hacer girar la hélice sea mayor

1 que el esperado (par rico) o, inversamente, menor que el es-
perado (par pobre).

Dicho estado en el que el par requerido es mayor
o menor que el par esperado en el momento en el que el buque
5 acaba de construirse se debe principalmente a una causa tal
como un error de cálculo de la relación entre la fuerza del
motor y la velocidad del buque, inadecuada estimación del
coeficiente de estela, o valor inadecuado de la fuerza trans-
mitida. Sin considerar la causa principal, sin embargo,
10 puede afirmarse que la hélice es inapropiada para el casco
y el motor porque se indica un paso que es demasiado grande
o demasiado pequeño.

Como medidas para superar las dificultades debidas
a dicho estado, por ejemplo, un estado de par rico, hasta
15 ahora se han practicado en general dos métodos correctivos.
En el primero de estos métodos, el paso de hélice se deja
tal como está, y las puntas de pala se cortan para reducir
por ello el diámetro de la hélice. En el segundo método, el
paso efectivo de la hélice se reduce apropiadamente impar-
20 tiendo mecánicamente una torsión a todas las palas de la héli-
ce por un proceso de trabajo en caliente.

Sin embargo, para realizar una corrección deseada
de la velocidad rotacional por el primer método citado, es
necesario cortar las puntas de pala en una extensión apre-
25 ciable y, además, realizar considerables operaciones de tra-
bajo y configuración, por lo que se ocasionan mucho trabajo
y otros gastos. Adicionalmente, como resultado de la reduc-
ción en el área total de las palas, fácilmente ocurre cavi-
tación indeseable, y disminuye la eficiencia de la hélice.
30 Consiguientemente, aunque se obtenga así el ajuste e incre-

1 mento de la velocidad rotacional de la hélice, este método
comporta resultados indeseables tales como una disminución
considerable de la velocidad del buque.

5 En la práctica actual del segundo método citado,
se encuentran varias dificultades. Por ejemplo, no puede
realizarse en un dique. Este método, cuando se realiza, no
sólo lleva consigo tiempo, trabajo y otros gastos elevados
sino que también va acompañado de otros problemas serios rela-
tivos a la resistencia y al material tales como los efectos
10 del esfuerzo residual debido al trabajo de torsión de las
palas.

En vista de los problemas descritos anteriormente,
se ha propuesto previamente un método, como se describe en
la memoria descriptiva de la publicación de patente japonesa
15 número 36589/1972, por el que el paso efectivo de una hélice
puede reducirse apropiadamente sin casi reducción del ren-
dimiento de la hélice y con la hélice instalada sobre el eje
de hélice de un buque. Además, este método puede realizarse
con relativa facilidad y con poco trabajo aun con el buque
20 en estado de flotación. Según eso, es evidente que este mé-
todo propuesto es muy superior a los dos métodos correctivos
conocidos descritos anteriormente y tiene gran valor de utili-
zación.

En este método propuesto, sin embargo, para variar
25 la forma de la sección transversal de la pala, es necesaria
la acción de cortar el borde de salida de cada pala a lo lar-
go del perfil de pala, aunque dentro de una amplitud limita-
da, y al mismo tiempo de maquinar y modelar el lado de pre-
sión o frontal de la pala a una superficie curva bien forma-
30 da para facilitar por ello una adecuada perturbación aerodiná-

1 mica.

RESUMEN

Un objeto de esta invención es eliminar completamente algunas características e insuficiencias desventajosas en dicho método de corregir la velocidad rotacional en el que los bordes de salida de las palas de hélice se cortan y una adecuada perturbación aerodinámica se imparte al lado frontal de cada pala para reducir por ello el paso efectivo de la hélice.

10 Según esta invención, brevemente resumida, se facilita un método de corregir la velocidad rotacional de un propulsor de hélice de paso fijo que comprende calentar localmente cada pala de la hélice sobre el lado posterior o frontal de la misma a lo largo de una pluralidad de recorridos sustancialmente paralelos y hacia adentro desde el borde de salida de la pala en una región a una distancia radial de aproximadamente $0,5 R$ desde el árbol de eje de hélice, donde R es el radio de punta de la pala, a la punta de pala, particularmente la región desde $0,6 R$ a $0,7 R$, y enfriar las partes así calentadas localmente para formar por ello una perturbación aerodinámica en la región de la pala entre el borde de salida y los recorridos de calentamiento como resultado de la deformación angular que acompaña a la deformación plástica debida al calentamiento y enfriamiento y para variar por ello el paso efectivo de la hélice, realizándose el calentamiento por calentamiento lineal con llamas de soplete de gas a lo largo de los recorridos de calentamiento o por soldadura que deposita cordones de soldadura a lo largo de estos recorridos, quitándose subsiguientemente por maquinado las partes de los cordones que se proyectan por encima de la su-

1 perficie de pala, y terminándose suavemente la superficie de
pala a una superficie curva bien formada.

La naturaleza, utilidad, principio y otras caracte-
rísticas de esta invención serán evidentes por la siguien-
5 te descripción detallada con respecto a un ejemplo específi-
co de la realización preferida de la invención en la que
se utilizan cordones de soldadura cuando se lee en unión con
el dibujo adjunto, en el que partes análogas se designan
por análogos numerales y caracteres de referencia.

10

DIBUJO

En el dibujo:

La figura 1 es una vista axial desde atrás que
muestra el perfil de una pala de un propulsor de hélice pa-
ra describir el principio del método según esta invención.

15

La figura 2 es una vista en sección transversal,
fragmentaria, relativamente ampliada, tomada a lo largo del
plano indicado por la línea II-II de la figura 1, como se
ve en la dirección de la flecha, en una región próxima a y
20 que incluye el borde de salida de la pala.

La figura 3 es una vista en sección fragmentaria,
relativamente ampliada, tomada a lo largo de la superficie
indicada por la línea III-III de la figura 1, como se ve en
la dirección de la flecha, en una región próxima a y que in-
25 cluye la punta de pala; y

La figura 4 es una vista en sección transversal
relativamente ampliada tomada a lo largo del plano a lo largo
de la línea II-II de la figura 1, como se ve en la dirección
de la flecha, que indica de manera exagerada las formas del
30 borde de salida de la pala de hélice antes y después de la

- 1 corrección de la velocidad rotacional de la hélice según el método de esta invención.

DESCRIPCION DETALLADA

Con referencia al dibujo, la pala 1 mostrada en el mismo de un propulsor de hélice de paso fijo de un radio de punta R tiene un borde de ataque 2, un borde de salida 3, una superficie lateral frontal o de presión 4, y una superficie lateral posterior o de succión 5. En la figura 1, la línea III-III, es decir, la línea 6, es una curva que resulta de un gráfico de las posiciones de los grosores máximos T_r en secciones transversales paralelas a la dirección circunferencial de la pala 1. La cuerda, es decir, la longitud de cuerda de sección transversal de pala, en una posición de un radio r (donde $r \leq R$), es decir, en la sección transversal de la línea II-II, se denota por L_r .

Según esta invención, un cordón B_d se forma sobre la superficie lateral posterior, por ejemplo, de la pala 1 paralelamente al perfil 3a del borde de salida 3 de la pala a lo largo de un número adecuado de filas por calentamiento local lineal con gas o por soldadura por TIG (arco con electrodos de tungsteno protegidos con gas inerte) o MIG (arco con electrodo metálico protegido con gas inerte). La distancia desde el perfil 3a en una sección transversal en la posición radial r al punto central con respecto a la anchura total de este cordón B_d se designa por ΔL_r . Además, un retranqueo reflejo o perturbación aerodinámica se forma en el borde de salida de la pala por una deformación angular (plegado transversal) que acompaña a la deformación plástica en caliente, local. La cantidad de este retranqueo o perturbación aerodinámica en una sección transversal en la posi-

1 ción radial r se denota por W_r .

Los particulares y resultados en un ejemplo en el que el método de esta invención se llevó a la práctica respectivamente por la técnica de calentamiento lineal con soplete de gas, que en sí misma es conocida y de uso común, y por la técnica de formación de cordones por soldadura por TIG con respecto a los dos buques actuales X e Y que tenían par rico se exponen en la siguiente tabla. En esta tabla, los significados de los radios, anchuras de pala y grosores de pala de las hélices y otros particulares son los que se exponen en la siguiente descripción y dibujo, y las cantidades tales como la anchura de pala, el grosor máximo, la distancia desde el perfil de borde de salida de pala $3a$ al punto central de la anchura total del calentamiento lineal con gas o cordón de soldadura, y la cantidad de la perturbación aerodinámica formada por deformación angular en la sección transversal de la pala en la posición radial $r = 0,7 R$ se exponen representativamente.

El número de boquilla del soplete usado en este caso fue TANAKA-LPG Número 3,6650; la altura de la punta de boquilla fue aproximadamente 25 a 30 mm.; la velocidad de avance de la llama fue 150 mm./min. (realizándose el enfriamiento por agua a 5 litros/min. desde aproximadamente 150 mm. atrás). El material depositado por soldadura en la soldadura por TIG fue TGS-CAN, fabricado por Kobe Steel-Ltd. (que corresponde a ERCuAL-A2 of AWS) y tenía 2,4 mm. de diámetro.

BUQUE: TIPO:	X	Y
DETALLES	Petrolero (120.000 t.)	Transbordador (10.900 t.)
Longitud entre perpendiculares (Lpp) Anchura-Moldeada (Bm)	260,0 m. 42,0 m.	180,0 m. 24,0 m.
Motor principal -- Tipo Salida x velocidad rotacio- nal (N) (M. C. R.)	diesel ps. rpm 26.100 x 122	diesel ps. rpm 18.400 x 118
Propulsor de hélice -- Número de palas Radio (R) Anchura de pala (L 0,7 R) Grosor de pala (T 0,7 R) Material	5 3.300 mm. 1.987 mm. 106,5 mm. Bronce de Ni, Al	6 2.900 mm. 1.652 mm. 74,3 mm. Bronce de Ni, Al
Método de calentamiento	soplete de gas, calentamiento lineal	cordón de sol- dadura por TIG
Presión de gas propano, velocidad de flujo	0,8 kg/cm ² , 28 litros/min.	
Presión de oxígeno, velocidad de flujo	7,6 kg/cm ² 140 litros/min.	
Diámetro de varilla de electrodo		4,0 mm.
Corriente de soldadura, voltaje de arco		280 A., 22-25 V.
Anchura total, número de filas de recorridos de calentamiento, cordones	40 mm., aprox. 4	72 mm., 9
Distancia ΔL_r desde el perfil de borde de salida al punto central de la anchura total de los recorridos de ca- lentamiento o cordones	40 mm.	60 mm.
Corrección de velocidad rota- cional requerida (ΔN)	+2,0 rpm.	+3,0 rpm.
Relación de corrección de ve- locidad rotacional ($\Delta N/N \times 100$)	+1,6%	+2,5%
Cantidad de perturbación aero- dinámica formada en el borde de salida de la pala (W 0,7 R)	3,5 mm.	9,0 mm.

1 Como es evidente por esta tabla, en el caso del
petrolero X, fue posible formar una perturbación aerodinámi-
ca de 3,5 mm. y elevar la velocidad rotacional de la hélice
con la salida (MCR) del motor principal pertinente en apro-
5 ximadamente 1,6 por ciento hasta el valor especificado, y este
resultado se realizó aplicando un total de cuatro llamas de
gas a una velocidad de avance de aproximadamente 150 mm./min.
sobre la superficie lateral posterior de cada pala 1 sustan-
cialmente paralelamente al perfil de borde de salida 3a,
10 expulsándose las llamas de gas desde cuatro boquillas (espa-
ciadas a 10 mm. entre centros), dos de las cuales se dispu-
sieron en cada lado opuesto de un punto, en una sección trans-
versal de pala en un radio de 0,7 R, 40 mm. desde el perfil
del borde de salida 3a (que corresponde a 2,0 por ciento de
15 la anchura de pala), y utilizando la deformación plástica
local resultante de la pala en la parte lineal calentada.

 En cordón de soldadura en el método de deposición
de soldadura de cordón (que incluye casos técnicos tales
como la soldadura por MIG), que es uno de los procesos para
20 llevar a la práctica el método de esta invención, no se apli-
ca para conectar la pala de hélice, naturalmente. Según eso,
después de que este cordón ha cumplido su finalidad de efec-
tuar corrección de la velocidad de hélice, las partes salien-
tes del cordón se quitan por maquinado y a las partes de lí-
25 nea de cordón de la superficie de pala se da un acabado suave.
Sin embargo, para evitar fragilización, fisuración, rajamien-
to y otros defectos debidos al efecto de calentamiento y de-
terioro de propiedades tales como la tenacidad, propiedades
mecánicas, resistencia a la fatiga y resistencia a la corro-
30 sión, es deseable que la soldadura se realice por un proceso

1 de soldadura y bajo condiciones de soldadura que se recomiendan o se reconoce que son óptimas para el material de las palas de hélice pertinentes, es decir, metales del tipo de metal denominado de hélice tales como bronce manganeso y
5 bronce de aluminio.

En el ejemplo práctico referente al buque Y mencionado anteriormente, se depositaron nueve cordones continuos B_d sobre el lado posterior 5 de cada pala 1, pero en algunos casos estos cordones pueden ser intermitentes.

10 Además, aplicando calentamiento lineal por llama de gas o soldadura que deposita cordones B_d por el procedimiento descrito anteriormente sobre el lado frontal 4 en vez del lado posterior 5, un retranqueo o perturbación aerodinámica de una cantidad específica se forma sobre la superficie
15 posterior 5 del borde de salida de la pala, y es posible reducir la velocidad rotacional como resultado de un incremento en el paso efectivo y, al mismo tiempo, hacer que se produzca plenamente la salida proyectada.

En la práctica del método de esta invención, la
20 cantidad de perturbación aerodinámica (W 0,6 a 0,7 R) a formarse sobre el lado frontal o el lado posterior de la región de borde de salida de la superficie de pala en la posición radial 0,6 R o 0,7 R se determina en primer lugar por la cantidad requerida de corrección de la velocidad rotacional de
25 la hélice. Después, sobre la base de esta cantidad de perturbación aerodinámica, en el caso del proceso de calentamiento lineal con gas, los particulares tales como la posición de calentamiento, número, y anchura total de las líneas de calentamiento, el tipo de gases (propano y oxígeno, acetileno
30 y oxígeno, etc), las relaciones de mezcla, velocidades de

1 flujo, y presiones de estos gases, la forma y dimensiones
de las boquillas de soplete, la altura (distancia) de las
puntas de boquilla, y la velocidad de avance (velocidad de
5 calentamiento) de las boquillas se determinan con plena con-
sideración también del grosor y propiedades materiales de las
palas 1 próximas a la posición de calentamiento. En el caso
del proceso de deposición de soldadura de cordón, los parti-
culares tales como las posiciones de los cordones, la canti-
dad requerida de consumo calorífico para la soldadura, el
10 número y anchura total (cantidad depositada) de los cordones,
y el método y condiciones de soldadura (voltaje de arco, co-
rriente, diámetro y material de la varilla de soldadura, y
velocidad de soldadura) se determinan con plena consideración
también del grosor y propiedades materiales de las palas 1
15 próximas a las partes donde han de depositarse los cordones
de soldadura.

Sin embargo, como resultado de numerosas investiga-
ciones y de diversos ejemplos, se llega a la conclusión de
que no hay gran relación entre la corrección requerida de la
20 velocidad rotacional de un buque y los particulares tales
como el tipo y tamaño de dicho buque y la salida del motor
principal del mismo, y de que la corrección es de ordinario
del orden de 3 a 4 rpm. Además, puede considerarse que el
valor generalmente standard de la cantidad de perturbación
25 aerodinámica formada principalmente sobre la superficie fron-
tal 4 de la región de borde de salida de la pala está dentro
del orden de 5 a 10 mm. en una sección transversal de 0,6 a
0,7 R, en la que este valor es máximo.

A este respecto, la distancia ΔL_r de la posición
30 donde el calentamiento lineal con gas o la deposición de sol-

1 dadura de cordón ha de realizarse desde el perfil de borde
de salida de la pala 3a tiene, naturalmente, una estrecha re-
lación con factores tales como el grosor de la pala próximo
5 a esta región, el tipo y velocidad de flujo del gas, el núme-
ro y anchura total de las líneas de calentamiento, la veloci-
dad de aplicación de calor, el diámetro de la varilla de sol-
dadura, el valor de la corriente de soldadura, la velocidad
de soldadura, y el número de cordones. Sin embargo, si estos
factores se mantienen constantes, la cantidad de perturbación
10 aerodinámica incrementará, como consecuencia natural, cuando
esta distancia ΔL_r se incrementa dentro de límites prácticos,
y también tenderá a aumentar la velocidad de incremento de
la velocidad rotacional de la hélice.

Se ha descubierto además que, cuando una perturba-
15 ción aerodinámica se forma sobre y se imparte al borde de
salida de cada pala en la región desde la proximidad de la
posición $0,5 R$ hacia la raíz de la pala, ésta casi no con-
tribuye al aumento del paso efectivo, con otras palabras,
a un efecto correctivo sobre la velocidad rotacional.

20 Según eso, la corrección objetiva puede lograrse
efectivamente en la práctica de esta invención, después de
considerar plenamente las condiciones de calentamiento li-
neal con gas o las condiciones de deposición de soldadura
de cordón y otros particulares relacionados, determinando
25 apropiadamente las distancias ΔL_r en las posiciones $0,6 R$
a $0,7 R$ que corresponden a la deseada W_r en las posiciones
 $0,6$ a $0,7 R$ en las secciones transversales de pala en las
posiciones $0,6$ a $0,7 R$ y haciendo que la cantidad de pertur-
bación aerodinámica W_r disminuya gradualmente a cero de mane-
30 ra curva bien formada en ambas regiones desde las posiciones

1 0,6 a 0,7 R sustancialmente a la posición 0,5 R y hacia la
punta de pala, por ejemplo, reduciendo gradualmente la dis-
tancia ΔLr o, sin cambiar la distancia ΔLr , aumentando
5 calentamiento lineal o la velocidad de soldadura de cordón.

Como será evidente por la descripción anterior,
esta invención se caracteriza porque el calentamiento lineal
con gas o la deposición de soldadura de cordón se realiza
sobre el lado posterior (o lado frontal) de cada pala de
10 un propulsor de hélice a lo largo de recorridos adecuados
paralelos a y hacia adentro desde el perfil de borde de sali-
da de la pala sustancialmente desde una posición radial 0,5
R, donde R es el radio de punta de pala, a una región próxima
a la punta de pala, por lo que una deformación angular debi-
15 da a la deformación plástica localizada se imparte a la pala
para formar por ello una perturbación aerodinámica especifi-
ca en la parte de borde de salida, y se disminuye (o incre-
menta) el paso efectivo de la hélice. Debido a la naturaleza
de este método, disminuir por el mismo la velocidad rotacio-
20 nal de la hélice es relativamente fácil, y, además, la gama
dentro de la que es posible la corrección de la velocidad
rotacional es considerablemente amplia, siendo del orden de
desde ± 5 a ± 10 rpm. o más que es muy conveniente y útil
en la práctica.

25 De forma similar al método descrito previamente
en la publicación de patente japonesa antes mencionada núme-
ro 36589/1972, la corrección de la velocidad rotacional de
la hélice por el método de esta invención se realiza sin casi
disminución del rendimiento de la hélice. Además, esta acción
30 de corrección según esta invención puede realizarse con la

1 hélice montada sobre el eje de hélice del buque y, además,
estando el buque en estado de flotación sobre el agua,
por lo que este trabajo se simplifica y facilita más.
Particularmente en el caso del proceso de calentamiento
lineal con gas, el trabajo de eliminación por maquinado
5 de los cordones elevados y de acabado suave de la superfi-
cie de pala después de la acción correctiva es innecesario,
por lo que puede afirmarse que este proceso es más
ventajoso que el proceso de deposición de soldadura de
cordón. Por cualquiera de los procesos se reducen muchos
10 el trabajo y otros gastos requeridos.

En resumen, la Patente de Invención que se solicita deberá recaer sobre las siguientes:

REIVINDICACIONES

1. Un método de corregir la velocidad rotacional
15 de un propulsor de hélice que tiene una pala (1) que tiene un lado posterior (5), un lado frontal (4), y un borde de salida (3) de un perfil (3a), cuyo método comprende
calentar localmente la pala sobre uno de los lados posterior y frontal (5), (4) a lo largo de una pluralidad de
20 recorridos sustancialmente paralelos al perfil (3a) y a una distancia media ΔL_r hacia adentro desde los mismos y enfriar las partes así, calanetadas localmente para formar por ello perturbación aerodinámica de una magnitud
 W_r en la región de la pala entre el borde de salida y los
25 recorridos de calentamiento como resultado de la deformación angular que acompaña a la deformación plástica debida al calentamiento y enfriamiento y para variar por ello
el paso efectivo de la hélice, calentándose así localmente la pala sobre el lado posterior (5) cuando se desea
30 disminuir el paso efectivo para incrementar por ello la

1 velocidad rotacional de la hélice, calentándose así localmente la pala sobre el lado frontal (4) cuando se desea incrementar el paso efectivo para disminuir por ello la velocidad rotacional.

5 2. Un método como se reivindica en la reivindicación 1, en el que la pala se calienta así localmente por calentamiento lineal con llamas de soplete de gas a lo largo de dichos recorridos.

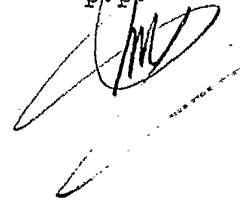
10 3. Un método como se reivindica en la reivindicación 1, en el que la pala se calienta así localmente por soldadura que deposita cordones de soldadura a lo largo de dichos recorridos, eliminándose subsiguientemente por maquinado las partes de los cordones que se proyectan sobre la superficie de la pala, y terminándose suavemente la superficie de la pala a una superficie curva bien formada.

15 4. Un método como se reivindica en la reivindicación 1, en la que el calentamiento de la pala se efectúa en una zona de distancia radial desde $0,5 R$ aproximadamente, desde el árbol de eje de la hélice, donde R es el radio de punta de la pala, en la punta de pala, particularmente en un área de $0,6 R$ a $0,7 R$.

20 5. Se reivindica por último como objeto sobre el que ha de recaer la Patente de Invención que se solicita: UN METODO DE CORREGIR LA VELOCIDAD ROTACIONAL DE UN PROPULSOR DE HELICE.

1 Todo conforme queda descrito y reivindicado
en la presente memoria descriptiva que consta de dieciocho
cho páginas mecanografiadas y dibujos que se acompañan-

Madrid, 5 noviembre 1.975
BERNARDO UNGRIA
p.p.



5

10

15

20

25

30

FIG. 1

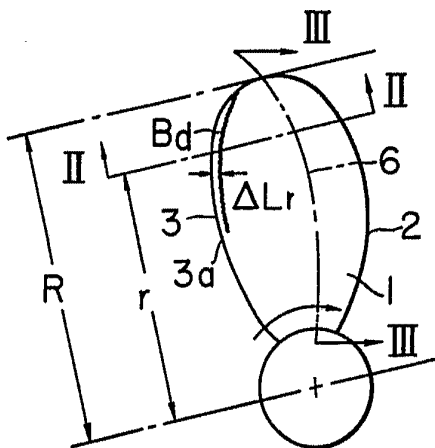


FIG. 2

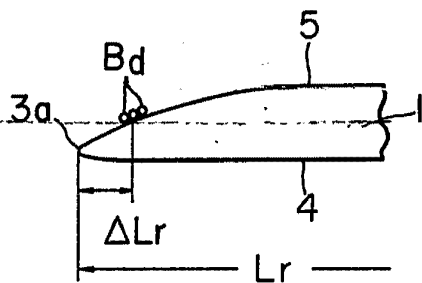


FIG. 3

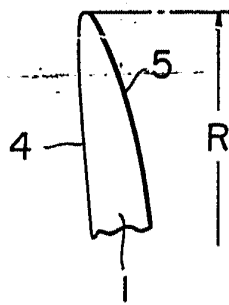
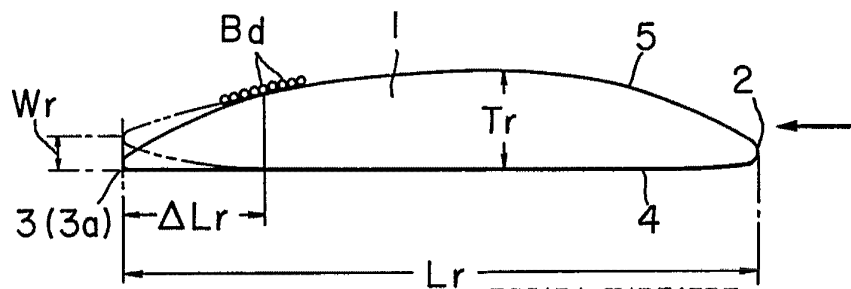


FIG. 4



ESCALA VARIABLE
 Madrid, 5 de noviembre de 1.975
 BERNARDO UNGRIA
 p.p.