



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 328 791**

51 Int. Cl.:
F03B 15/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **01890087 .8**

96 Fecha de presentación : **20.03.2001**

97 Número de publicación de la solicitud: **1138941**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **04.10.2001**

54 Título: **Procedimiento para la determinación de la altura de caída neta de turbinas.**

30 Prioridad: **31.03.2000 AT GM244/2000**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
18.11.2009

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
18.11.2009

73 Titular/es: **Reinhard Steiner
Lorenz Hartmann-Weg 160
8240 Friedberg, AT**

72 Inventor/es: **Steiner, Reinhard**

74 Agente: **Roeb Díaz-Álvarez, María**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

ES 2 328 791 T3

DESCRIPCIÓN

Procedimiento para la determinación de la altura de caída neta de turbinas.

La invención se refiere a un procedimiento para la determinación de la altura de caída neta de turbinas.

La altura de caída neta o el salto útil es la diferencia entre el nivel de energía justo antes de la turbina y después de la salida del tubo de aspiración. Debido a eso, es precisamente la diferencia de altura que proporciona la turbina para la conversión de energía y que garantizan los fabricantes de turbinas.

$$H_{\text{neto}} = \text{Nivel}_{\text{ow}} - \text{Nivel}_{\text{uw}} + v_{\text{ow}}^2 / 2g - \Delta h_{\text{salida}} - \Delta h_{\text{rejilla}} - \Delta h_{\text{nicho}} - \Delta h_{\text{corriente}} - v_{\text{uw}}^2 / 2g$$

Los siguientes elementos de la ecuación indicada anteriormente no se pueden determinar de modo preciso, y ocasionan desviaciones entre la altura de caída neta calculada y la altura de caída neta existente en realidad.

- Velocidad de corriente: La velocidad de corriente en la sección transversal de la medición de nivel aguas arriba $v_{\text{ow}}^2 / 2g$ se puede determinar a partir de las secciones transversales grandes, en la mayor parte de los casos indeterminadas geométricamente que también pueden variar (escombros arrastrados por la corriente y fango), y de su dependencia del funcionamiento sólo de modo aproximado, y debido a ello habitualmente se desprecia.
- Pérdida de entrada $\Delta h_{\text{entrada}}$: Como consecuencia de la contracción en la sección transversal de entrada que se estrecha y en el umbral de entrada, se puede calcular la pérdida sólo de modo aproximado por medio de factores de corrección y el flujo volumétrico.
- Pérdida de cálculo $\Delta h_{\text{rejilla}}$: Tal y como han mostrado las pruebas de laboratorio para ordenadores de centrales eléctricas, por medio de una medida de nivel justo antes y después de la rejilla de entrada se mide en la mayoría de los casos una gran diferencia. El nivel justo antes de la rejilla, como consecuencia del efecto del atasco de la entrada, es algo mayor de lo que le correspondería a la corriente sin ningún tipo de influencias. En contraposición a esto, la medición de nivel justo después de la rejilla determina, como consecuencia de la mayor velocidad del agua motriz de la central hidroeléctrica después del estrechamiento de la sección transversal un valor menor.
- Las pérdidas de nicho Δh_{nicho} : como consecuencia de los nichos en las paredes laterales y aberturas en la cubierta para vigas de cierre y cierres de socorro en la región de entrada y de salida, se producen remolinos. La conformación de remolinos ocasiona pérdidas que sin embargo, por lo general, se pueden despreciar.
- Pérdidas de corriente $\Delta h_{\text{corriente}}$: Como consecuencia del rozamiento desde la entrada hasta la turbina y desde la turbina hasta la salida del tubo de aspiración. También estas pérdidas son, por lo general, de una importancia menor.
- La velocidad de corriente justo después de la salida del tubo de aspiración $v_{\text{uw}}^2 / 2g$ se puede calcular a través del flujo volumétrico y la sección transversal de salida. En este caso, sin embargo, no se capturan las componentes de la energía que existen adicionalmente como consecuencia de la torsión que se produce en el agua que sale, y que no han sido transformadas en el rodete de la turbina.

Puesto que la mayor parte de los factores mencionados anteriormente adoptan únicamente valores muy pequeños en instalaciones de baja presión, y se compensan parcialmente entre ellos, algunos de ellos se pueden despreciar. Por otro lado, a la pérdida de salida ($v_{\text{ow}}^2 / 2g$) en centrales eléctricas con una altura de caída menor y un caudal grande se le da una mayor importancia, ya que también la proporción porcentual en las pérdidas es más despreciable.

El documento US 5322412 da a conocer un método para la optimización del funcionamiento de una turbina de agua, sin tener que conocer los valores absolutos de ningún parámetro de funcionamiento.

La invención se ha puesto como objetivo calcular la altura de caída neta de un modo sencillo y seguro. Esto se consigue gracias al hecho de que se determina el punto de funcionamiento real de la turbina a partir de los parámetros de la turbina entregados por el regulador de la turbina, el valor real, se compara con un valor determinado a partir de un cálculo de comparación, el valor teórico, y a continuación se modifica la altura de caída introducida al regulador de la turbina hasta que el valor real y el valor teórico coincidan fundamentalmente.

Puesto que tanto el valor real como el valor teórico se derivan de las mismas relaciones funcionales (deducidos a partir de cálculo, prueba con modelos, medición de índice y rendimiento, ...), resulta entonces que la altura de caída neta corregida coincide con la altura de caída neta que se da de hecho en la turbina.

De modo adecuado, en este hecho, para la comparación del valor real y del valor teórico se usa el diagrama de concha o un diagrama similar con los parámetros requeridos.

El diagrama de concha determinado con los métodos de cálculo actuales y por medio de pruebas con modelos, o los diagramas similares que capturan relaciones entre los parámetros de la turbina (altura de la caída, caudal, potencia, rendimiento, abertura del rodete, abertura del dispositivo director, etc...) coincide de un modo muy preciso con las relaciones de corriente reales en las instalaciones indicadas. Un mismo diagrama de concha o diagrama de parámetros se emplea tanto en la técnica de mando como en el regulador de la turbina, y sirve como base para el dirección de la explotación y para las relaciones óptimas entre las aberturas del dispositivo director y del rodete en los puntos de trabajo correspondientes.

A continuación se describe con más detalle la invención a partir de los dibujos, sin estar limitada al ejemplo de realización mostrado o descrito. En este caso, en la Fig. 1 está representada de modo esquemática una instalación de turbina bulbo con una línea de energía representada sobre ella, y las Fig. 2 y 3 muestran diagramas de concha en el estado real y en el estado teórico.

Según la Fig. 1, el agua fluye desde aguas arriba OV con la velocidad V_{OW} a través de una rejilla de una turbina bulbo 2, que presenta álabes intermedios 3 con álabes directores indicados por medio de líneas centrales, y un rodete 4. A través de un tubo de aspiración 5 fluye el agua con la velocidad v_{UW} aguas abajo UW.

Por encima de la instalación mostrada está representada sobre el recorrido de la corriente la línea de energía con las pérdidas mencionadas al comienzo.

En el diagrama de concha según las Fig. 2 y 3 están representadas, además del rendimiento, líneas de concha de la misma potencia 6, líneas de la misma posición de la corona de paletas directrices 7, y líneas de la misma posición del rodete 8.

A modo de ejemplo, en particular, a partir de la Fig. 2 se representa cómo en el caso de una altura de caída determinada de un modo impreciso se produce la desviación de los parámetros reales y teóricos.

Al regulador de la turbina se le comunica desde el exterior (técnica de mando, sistema de medición de nivel, etc...) la altura de caída H' no correcta, en la mayoría de las ocasiones la altura de caída neta. Para definir un punto de trabajo se ha de entregar otro parámetro, en la mayoría de las ocasiones el flujo deseado o la potencia deseada. En el regulador de las turbinas se interpolan a partir de esto las aberturas correspondientes del dispositivo director y del rodete a partir de una matriz de valores con los puntos de apoyo correspondiente. El regulador de la turbina intenta conseguir ahora la potencia prefijada o el flujo prefijado con las combinaciones de aberturas de rodete y de dispositivo director que se encuentran en la línea de la altura de caída neta H' que se le proporciona. En caso de que esto le sea impedido por medio de limitaciones, entonces abre el dispositivo director, y además, de modo correspondiente, el rodete, hasta que se haya alcanzado la potencia deseada (o el caudal).

En caso de que, por el contrario, la altura de caída neta H' que se le entregue, como consecuencia de errores en la medición o en el cálculo, sea demasiado grande, entonces puede conseguir la potencia requerida sólo con mayores aberturas del dispositivo director y del rodete. Puesto que en la máquina en realidad hay una altura de caída neta H menor, las aberturas del dispositivo director y del rodete aproximadas por el regulador de la turbina (en la línea de la altura de caída neta determinada de modo incorrecto), no coinciden con las aberturas del dispositivo director o del rodete que se alcanzarían en el caso de una altura de caída neta determinada de modo correcto.

En este caso se aplica el nuevo procedimiento para determinar la altura de caída neta H que hay realmente en el rodete. Con una altura de caída neta H' determinada sólo de modo impreciso (es suficiente con la altura de caída bruta: nivel aguas arriba - nivel aguas abajo) se le sigue entregando al regulador de la turbina la potencia P deseada o el caudal Q deseado. El regulador de la turbina intenta ahora conseguir la potencia deseada, y abre el dispositivo director, y conjuntamente con él, el rodete, en tanto que esté en la altura de caída neta H' incorrecta, hasta que se entregue la potencia deseada o se alcance el caudal Q deseado.

Puesto que, sin embargo, las alturas de caída H' y H no coinciden, el diagrama según la Fig. 2 ya tampoco coincide, el regulador de la turbina se desplaza en realidad según la línea H para alcanzar la potencia P , el punto de funcionamiento B' se encuentra en un diagrama que ya no es correcto en la altura de caída neta H' incorrecta.

En un segundo cálculo que se basa en los mismos datos, que también están implementados en el regulador de la turbina, se determina ahora dónde se han de encontrar realmente el regulador de la turbina en caso de que la altura de caída a él entregada fuera correcta (parámetro teórico).

En caso de que se produzca una desviación de los parámetros (caudal, potencia, abertura del dispositivo director y del rodete, etc...), entonces esto significa que la altura de caída neta H' entregada por el regulador de turbina es incorrecta. Con un valor de corrección cuyo signo depende de si la altura de caída neta H' imprecisa determinada en primer lugar es mayor o menor que la altura de caída neta H existente, se corrige ahora la altura de caída neta entregada al regulador de turbina hasta que los parámetros reales y teóricos coincidan. Con ello también se ha encontrado la altura de caída neta H existente y el punto de funcionamiento B en el rodete, y la energía se puede transformar en el rodete de modo óptimo.

ES 2 328 791 T3

5 Con el procedimiento conforme a la invención se requiere como valor inicial sólo una altura de caída que se corresponda aproximadamente con la existente (altura de caída bruta = OW - UW). Después de que la turbina haya alcanzado el punto de funcionamiento determinado por medio de la técnica de mando o por medio de limitaciones, la turbina es independiente de las alturas de caída medidas con sus imprecisiones de medición, y se conduce por medio del procedimiento conforme a la invención en todo momento a la altura de caída existente. El procedimiento también tiene la ventaja de que en el funcionamiento se opera cada turbina de por sí con la altura de caída neta que actúa realmente, también independientemente de influencias que no pueden ser medidas directamente (por ejemplo corrientes transversales en la región de entrada o de salida).

10 En el marco de la invención son posibles un gran número de modificaciones. De este modo se puede usar cualquier diagrama que establezca una relación entre la altura de caída neta y otros parámetros, en particular la potencia. También es necesario que los valores requeridos, calculados a partir de la potencia entregada, no sean introducidos por una técnica de mando. Con una conformación correspondiente del regulador de la turbina también se pueden calcular estos valores por parte de éste.

15

Documentos indicados en la descripción

20 Esta lista de documentos indicados por el solicitante se ha incluido exclusivamente para la información del lector, y no es parte constituyente del documento de patente europeo. Se ha realizado poniendo el mayor cuidado; sin embargo, la EPA no asume ninguna responsabilidad por posibles errores u omisiones.

Documentos de patente indicados en la descripción

25 US 5322412 A [0005]

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la determinación de la altura de caída de turbinas, **caracterizado** porque el punto de funcionamiento real de la turbina se determina a partir de los parámetros de la turbina entregados por el regulador de la turbina, el valor real, se compara con el valor determinado a partir de un cálculo de comparación, el valor teórico, y a continuación se modifica la altura de caída introducida en el regulador de la turbina hasta que el valor real y el valor teórico coincidan, al menos fundamentalmente.

2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado** porque para la comparación del valor real y del valor teórico se usa el diagrama de concha o un diagrama similar con los parámetros correspondientes.

FIG. 1



