

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 634 109**

51 Int. Cl.:

E02D 27/42 (2006.01)

E02D 37/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.11.2012 PCT/EP2012/073888**

87 Fecha y número de publicación internacional: **27.06.2013 WO13092148**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.11.2012 E 12797841 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.05.2017 EP 2795000**

54 Título: **Procedimiento para la estabilización de una instalación de energía eólica**

30 Prioridad:

22.12.2011 DE 102011089522

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

26.09.2017

73 Titular/es:

WOBBEN PROPERTIES GMBH (100.0%)

Dreekamp 5

26605 Aurich, DE

72 Inventor/es:

VOGEL, MARKUS

74 Agente/Representante:

ROEB DÍAZ-ÁLVAREZ, María

ES 2 634 109 T3

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).

DESCRIPCIÓN

Procedimiento para la estabilización de una instalación de energía eólica

5 La presente invención se refiere a un procedimiento para la estabilización de una instalación de energía eólica según el preámbulo de la reivindicación 1. La invención se refiere por consiguiente en particular a un procedimiento para la estabilización de la conexión de una sección de cimentación de la instalación de energía eólica con la cimentación de la instalación de energía eólica, que comprende las etapas: realización de una medida de estabilización, que comprende la preparación al menos de una porción de la superficie de una cimentación de la instalación de energía eólica para la aplicación de medios de perforación, introducción de una multiplicidad de orificios mediante los medios de perforación en la superficie preparada hasta una profundidad predeterminada, preferentemente hasta un segmento de anclaje de la sección de cimentación, introducción de una masa endurecible en la multiplicidad de orificios, endurecimiento de la masa endurecible introducida en los orificios y tratamiento posterior de la al menos una porción de la superficie de la cimentación de la instalación.

15

En la solicitud que justifica la prioridad se han determinado los documentos WO 2010/084 210 A1, DE 37 33 537 A1 y DE 10 2008 032 184 A1 por la Oficina Alemana de Patentes y Marcas.

20 Por el documento DE 20 2010 007 750 U1 se conoce una cimentación fortalecida en la que sobre la cimentación se aplica una capa de fortalecimiento de hormigón, estando presente al menos un orificio que discurre a través de la capa de fortalecimiento e introducido en la cimentación, estando previsto en el orificio un anclaje que atraviesa la capa de fortalecimiento y sobresale en la cimentación, estando relleno el espacio libre del orificio que queda dentro del orificio por un material de relleno endurecido o estando relleno esencialmente y estando pretensado el anclaje mediante al menos un elemento de pretensado previsto en la cabeza de anclaje.

25

Por el documento DE 37 33 537 A1 se conoce un procedimiento para el saneamiento de cimentaciones de hormigón en mástiles y similares, en el que las zonas de ruptura formadas dentro de la cimentación en el entorno de los perfiles de acero que sirven para á sujeción de los pies de mástiles, zonas en las que también se acumula el agua luego cuando el lado superior de las cimentaciones está completamente recubierta de forma estaca al agua, se rellenan con plástico bajo desplazamiento del agua, el cual se introduce a presión a través de los orificios que se colocan en la cimentación.

30

35 Procedimientos del tipo mencionado anteriormente se usan en instalaciones de energía eólica. La necesidad de procedimientos de estabilización semejantes se produce porque las instalaciones de energía eólica están expuestas a sollicitaciones dinámicas debido a direcciones del viento e intensidades del viento variables. Las torres de las instalaciones de energía eólica están encastradas típicamente en una cimentación de hormigón con una zona inferior que puede estar realizada como sección de cimentación. La sección de cimentación está hecha en este caso con frecuencia de acero o un material muy resistente alrededor del que endurece el cemento de la cimentación. De este modo se establece un cierre por fuerza. Debido a la sollicitación dinámica de la instalación de energía eólica, posiblemente amplificado por una instalación errónea o endurecimiento insuficiente del material de la cimentación, con vida útil creciente de las instalaciones de energía eólica conducen al mullimiento del material de cimentación que rodea la sección de cimentación y en consecuencia a una aparición de un juego de movimiento y formación de grietas. De este modo en último término se menoscaba la estabilidad en el caso de cierre por fuerza que se vuelve menor entre la sección de cimentación y la cimentación. Para poder garantizar un funcionamiento posterior de la instalación de energía eólica, se necesita una estabilización de la instalación de energía eólica, es decir, el restablecimiento de un cierre por fuerza suficiente entre la sección de cimentación y cimentación.

45

Se conocen procedimientos que posibilitan una estabilización de la cimentación de la instalación de energía eólica, sin tener que desmontar completar la instalación de energía eólica por encima de la cimentación. Por el documento 50 DE 10 2009 022 540.4 se conoce un procedimiento semejante. A rasgos generales el procedimiento dado a conocer allí se basa en una elevación de toda la instalación de energía eólica mediante uno o varios medios de elevación, por ejemplo, prensas hidráulicas, en la capa final de juego superior de una cavidad que se forma alrededor de un segmento de anclaje de la instalación de energía eólica. Después de la elevación y fijación de la instalación de energía eólica en esta posición superior, en un procedimiento de inyección se rellena la cavidad por debajo del 55 segmento de anclaje situado en la capa final de juego y se retira el medio de elevación después del endurecimiento del material de relleno.

Mientras que los procedimientos descritos anteriormente significan una mejora de la facilidad de mantenimiento respecto a la puesta fuera de servicio completa y desmontaje de la instalación de energía eólica, todavía existe un

potencial de mejora considerable respecto al tiempo de mantenimiento y los costes de mantenimiento que en las instalaciones conocidas se sitúan en el rango de varias decenas de miles de euros o incluso claramente mayores. La invención tiene por consiguiente el objetivo de especificar un procedimiento del tipo mencionado al inicio, que con coste menor posibilite la estabilización de una instalación de energía eólica, y simultáneamente mantenga el tiempo de inactividad de la instalación de energía eólica tan bajo como sea posible.

La invención resuelve el objetivo que sirve de base con un procedimiento del tipo mencionado al inicio según un primer aspecto mediante la etapa: realización de un reconocimiento temprano de la necesidad de estabilización de la instalación de energía eólica mediante medición del movimiento de la torre durante el funcionamiento de la instalación de energía eólica.

Las características y formas de realización preferidas de este aspecto son al mismo tiempo perfeccionamientos ventajosos (de los segundos y terceros aspectos de la invención descritos más abajo).

15 La invención aprovecha el conocimiento de que los procedimientos del tipo conocido se usan en un instante cuando el deterioro de la cimentación de la instalación ya ha avanzado tanto que es inevitable una estabilización mediante la elevación. Los motivos para un reconocimiento tardío de la necesidad de estabilización son múltiples y consisten por ejemplo en el modo y manera del relleno de la zona superior de la cimentación de la instalación, de modo que no se reconocen o sólo de forma tardía los daños y la formación de grietas. La invención se aplica aquí en tanto que para el reconocimiento temprano usa una medición del movimiento de la torre durante el funcionamiento de la instalación de energía eólica. Preferentemente el reconocimiento temprano comprende en este caso la medición de un movimiento de la torre vertical con respecto a la cimentación de la instalación de energía eólica mediante uno o varios sensores de modificación de longitud (transductor de desplazamiento), que están posicionados o se posicionan en el lado de barlovento y/o el lado de sotavento de la torre. El movimiento de la torre, en particular el movimiento de la torre vertical es un indicador importante de la presencia del juego de movimiento entre la sección de cimentación de la instalación de energía eólica y la cimentación de la instalación. Un movimiento de la torre vertical semejante también se produce ya cuando desde fuera todavía no son visibles las grietas, o posiblemente las grietas presentes están ocultas por otros elementos. De esta manera es posible determinar una necesidad de estabilización de la instalación de energía eólica, que sin embargo adopta una dimensión semejante que se evita una costosa fijación de la instalación de energía eólica mediante medios de elevación. De este modo disminuye considerablemente tanto la necesidad de tiempo para la estabilización de la instalación de energía eólica, como también el coste, después de que es superflua la preparación de los medios de elevación. La realización del reconocimiento temprano por el contrario se puede realizar con coste y requerimiento de tiempo bajos.

35 Formas de realización ventajosas se deducen en particular de las reivindicaciones dependientes y de las realizaciones siguientes.

El uno o los varios sensores de modificación de longitud se montan opcionalmente cada vez para la realización del reconocimiento temprano y se ponen en conexión con la torre y la cimentación o alternativamente sólo se montan una vez y se sitúan luego de forma permanente en su lugar de medición.

Según un perfeccionamiento ventajoso del procedimiento, el reconocimiento temprano comprende la desactivación de la instalación de energía eólica, la calibración del o de los sensores de modificación de longitud, la activación de la instalación de energía eólica, el comienzo de la medición del movimiento de la torre y el almacenamiento del movimiento de la torre medido, en cuanto la oscilación de los valores emitidos por el o los sensores de modificación de longitud queda por debajo de un valor predeterminado, preferentemente queda por debajo de un valor de 1 mm, de forma especialmente preferida adopta el valor 0.

El reconocimiento temprano comprende además preferentemente la constatación de la falta de necesidad de una medida de estabilización cuando el movimiento de la torre almacenado adopta un valor de 3 mm o menor, de forma especialmente preferida de 1 mm o menor. En el caso de un movimiento de la torre constatado de este tipo se parte de que ya ha tenido lugar un menoscabo del cierre por fuerza entre la cimentación y la sección de cimentación, no obstante, en conjunto la firmeza de la instalación de energía eólica todavía es suficiente para poder proseguir el funcionamiento sin medidas de apoyo adicionales.

Preferentemente el procedimiento según la invención comprende las etapas: compensación del movimiento de la torre medido mediante la sustracción del desvío condicionado por la elasticidad de los sensores de modificación de longitud (o del sensor de modificación de longitud) y almacenamiento del movimiento de la torre compensado. El valor de este desvío condicionado por la elasticidad, que se expresa en una extensión de la pared de torre, depende

del tipo de instalación investigado cada vez, y en particular también del diámetro de la torre, el espesor de pared y la profundidad de sujeción de la sección de cimentación en la cimentación, bajo lo que se debe entender aquella profundidad en la que la torre está anclada en la cimentación.

- 5 Más preferiblemente la medición del movimiento de la torre se realiza mediante uno o varios relojes comparadores que están montados preferentemente mediante un soporte magnético en la pared de torre de la instalación de energía eólica, de forma especialmente preferida están montados en la pared exterior de la instalación de energía eólica o se ponen en contacto con ella desde la cimentación. Esto es preferible ya que las personas que miden no se exponen luego a los riesgos de seguridad que reinan en el interior de la torre. Alternativamente se prefiere el montaje en la zona interior de la instalación de energía eólica cuando una medición se puede realizar sin presencia de personas, por ejemplo, en el caso de medios de medición montados anteriormente de forma permanente y mediante control remoto. En este caso el reconocimiento temprano se puede realizar en el caso de influencia reducida de perturbaciones exteriores.

- 10 15 En otra forma de realización preferida del procedimiento, éste comprende las etapas: medición de la velocidad del viento que impulsa la instalación de energía eólica y realización del reconocimiento temprano cuando la velocidad del viento es de 7,5 m/s o más, preferiblemente de 10 m/s o más. Se ha mostrado que la fiabilidad de los resultados de medición y en particular también la fuerza informativa del movimiento de la torre es sorprendentemente buena con velocidades del viento de 7,5 m/s o más, preferiblemente 10 m/s o más.

- 20 El procedimiento según la invención comprende además preferentemente la supervisión de la posición de la góndola de la instalación de energía eólica durante la medición del movimiento de la torre, la interrupción del proceso de medición del movimiento de la torre cuando se constata una modificación de la posición de la góndola, preferentemente en un rango de 5° o más, nuevo posicionamiento del o de los sensores de modificación de longitud en el lado de barlovento modificado y/o el lado de sotavento modificado de la torre en función de la modificación de la posición de la góndola, y nuevo comienzo de la medición del movimiento de la torre. Para maximizar en lo posible la fuerza informativa de la medición del movimiento de la torre vertical, según esta forma de realización se atiende a que las condiciones permanecen constantes durante el proceso de medición para los sensores de modificación de longitud conectados de forma fija con la torre y cimentación. Si se modifica la posición de la góndola, entonces el viento llega desde otro lado y otra sección de la pared de torre – a saber la del nuevo lado de barlovento o sotavento – se moverá más intensamente que aquella en la que ha estado montado anteriormente el sensor. Las modernas instalaciones de energía eólica disponen de una unidad sensora para la determinación de la dirección del viento y sistemas de control para la adaptación de la posición de la góndola respecto a las direcciones del viento modificadas. Preferentemente el posicionamiento del o de los sensores de modificación de posición se realiza mediante comunicación con el sistema de control o una indicación óptica de la posición de la góndola y/o dirección del viento y se adapta a ésta.

- Preferentemente la etapa de la medición del movimiento de la torre se realiza tres veces y comprende la etapa de la formación de un valor promedio de las tres mediciones realizadas del movimiento de la torre. Aunque la medición también se puede realizar con más frecuencia de tres veces, así se ha mostrado todavía que el valor después de tres mediciones repetidas con inversión de tiempo justificable en conjunto proporciona una fuerza informativa elevada.

- El procedimiento según la invención se perfecciona preferentemente porque la etapa de la preparación comprende la preparación de una porción exterior y de una porción interior de la superficie de la cimentación de la instalación y/o comprende la liberación del material de cimentación, por ejemplo, mediante retirada de la capa de obturación y cobertura, y/o comprende el recubrimiento de una zona de la pared de torre dispuesta adyacente a la cimentación con una lámina protectora.

- 50 La invención resuelve el objetivo que sirve de base para ello en un procedimiento del tipo mencionado al inicio según un segundo aspecto, porque la etapa de la introducción de la multiplicidad de orificios comprende la introducción de 10 a 40 orificios, preferentemente 20 orificios, a lo largo de un perímetro de la circunferencia fuera de la torre de la instalación de energía eólica, así como la introducción de 10 a 40 orificios, preferentemente 20 orificios, a lo largo del perímetro de la circunferencia dentro de la torre de la instalación de energía eólica.

- 55 Las características y formas de realización según el segundo aspecto de la invención son al mismo tiempo perfeccionamientos ventajosos de las invenciones según el (primer aspecto descrito más arriba) así como de un tercer aspecto (descrito más abajo). Se ha comprobado sorprendentemente que el número de los orificios introducidos hacia debajo de la superficie de cimentación para la realización del procedimiento de inyección tiene

una influencia decisiva sobre la calidad de la estabilización. Si la distancia entre los orificios de inyección adyacentes es demasiado grande, no se alcanzan potencialmente los daños de la cimentación, hendiduras o grietas, que discurren horizontalmente entre los orificios, por los orificios de inyección y más tarde no se rellenan o sólo insuficientemente con el material de relleno. Si la distancia entre los orificios de inyección adyacentes se selecciona demasiado baja, se debe realizar una inversión de trabajo y tiempo demasiado elevada para la colocación de los orificios. Por ello en función del diámetro de la instalación de energía eólica se prefiere especialmente una disposición del número mencionado anteriormente de orificios. Además, se ha comprobado como especialmente ventajoso tanto perforar desde fuera de la torre de la instalación, como también desde dentro de la torre de la instalación en la cimentación hacia abajo, ya que de este modo se consigue una distribución homogénea de las entradas de inyección y simultáneamente se pueden cerrar tanto los daños de la cimentación, hendiduras o grietas, que se extienden fuera como también hacia dentro – referido a la sección transversal de la cimentación – para el relleno con material de inyección.

Preferentemente el procedimiento comprende las etapas:

15

- endoscopia de cada orificio introducido en la cimentación,
- constatación de si el orificio se extiende hasta un segmento de anclaje de la instalación de energía eólica, y
- constatación de si el orificio está libre de suciedades, en particular en forma de agua y/o partículas.

20 El procedimiento se forma más ventajosamente porque comprende una, varias o todas las etapas:

- limpieza del orificio mediante enjuagado y/o soplado cuando se han constatado suciedades,
- aumento de la profundidad de orificio cuando el orificio todavía no se extiende hasta el segmento de anclaje de la instalación de energía eólica, y/o

25 - repetición de la etapa de la endoscopia.

El proceso de endoscopia adopta en este caso una función doble que posibilita, por un lado, la evaluación de si el segmento de anclaje de la instalación de energía eólica se ha alcanzado por los orificios de inyección. Por otro lado se posibilita la valoración de si los orificios de inyección y cavidades cerradas están suficientemente libres de humedad y suciedad, para poder introducir el material de inyección sin poner en peligro un endurecimiento y establecimiento fiable del cierre por fuerza en el desarrollo posterior.

30

La invención resuelve el objetivo que sirve de base según un tercer aspecto de la invención porque como masa endurecible se incorpora una resina epoxi de baja viscosidad en la multiplicidad de orificios, preferentemente una resina epoxi resistente a alta compresión y/o resistente a alta tracción y/o resistente a la humedad. Las características y formas de realización según el tercer aspecto de la invención son al mismo tiempo perfeccionamientos ventajosos de la invención según el primer y segundo aspecto (descritos más arriba) de la invención.

35

40 Bajo un comportamiento de baja viscosidad se entiende en el presente caso la presencia de una viscosidad mixta de 400 mPa s, preferiblemente 350 mPa s y menos, de forma especialmente preferida en el rango de 100 mPa s y menos.

45 Bajo viscosidad mixta se entiende en cuestión la viscosidad de la resina epoxi en el estado mezclado, no endurecido con una temperatura de preferentemente 18-25 °C.

Bajo un comportamiento resistente a alta compresión se entiende en cuestión la presencia de una resistencia a compresión en el estado endurecido, preferentemente después de 7 días, con al menos 4 °C en un rango de 35 N/mm² o más, preferentemente en un rango de 45 N/mm² o más, de forma especialmente preferida en un rango de 70 N/mm² o más. La determinación de la resistencia a compresión se puede realizar, por ejemplo, según la norma DIN EN 196 T1 o según ASTM D-695.

50

Bajo resistente a alta tracción se entiende en cuestión la resistencia a tracción en el estado endurecido, preferentemente después de 7 días, de 35 N/mm² o más, de forma especialmente preferida en un rango de 45 N/mm² o más. La determinación de la resistencia a tracción se realiza, por ejemplo, según la norma DIN 53455 o según ASTM D-638.

55

Bajo el comportamiento resistente a la humedad se entiende en cuestión la propiedad de resistir una absorción de agua. Preferentemente la absorción de agua después de 7 días es, durante un intervalo de tiempo de 24 horas en el

caso de contacto constante con agua, una absorción del 2% o menos, preferentemente 0,3% o menos. La determinación de la absorción de agua se realiza, por ejemplo, según ASTM D-570. La supervisión del comportamiento de absorción es relevante en primer lugar para un intervalo de tiempo de observación durante el endurecimiento. En cuanto la resina epoxi se ha endurecido, el material se puede adoptar como estanco al agua.

5

La invención se perfecciona preferentemente porque la resina epoxi se mezcla a partir de dos o más componentes.

Preferentemente, en el procedimiento según la invención, el tratamiento posterior de la al menos una porción de la superficie de la cimentación de la instalación comprende el reperfilado de la superficie de la cimentación mediante relleno de las zonas liberadas de la cimentación con un mortero modificado con plástico, ligado con cemento. Un mortero semejante también se conoce como mortero PCC (Polymer Cement Concrete). La ventaja especial de un mortero PCC semejante consiste en que también endurece en el caso de sollicitación cambiante dinámica sin perder su función. Preferentemente el mortero modificado con plástico, ligado con cemento presenta una resistencia a compresión de 45 N/mm² o más, determinada por ejemplo según la norma EN 12190 y/o un módulo de elasticidad en el rango de 20 kN/mm² (GPa) o más, determinado por ejemplo según la norma EN 13412. Los morteros de este tipo pueden estar seleccionados de la clase R4 según la norma DIN EN 1504-3 o por la clase de capacidad de sollicitación M3 según la dirección de protección y puesta en marcha DAfStb (Comité alemán para hormigón armado).

20 La invención se explica más en detalle a continuación mediante un ejemplo de realización preferido teniendo en cuenta distintos aspectos de la invención y en referencia a las figuras adjuntas. En este caso muestran:

Figura 1 una primera parte de un diagrama de flujo del procedimiento según la invención, y

25 Figura 2 una segunda parte del diagrama de flujo del procedimiento según la invención.

El procedimiento se comienza en la etapa 1. Luego en primer lugar se desactiva la instalación de energía eólica como etapa 3. En la etapa 5 se monta(n) el uno o los varios sensores de modificación de longitud de forma opcional en la pared de torre de la instalación de energía eólica o en la cimentación y se conecta(n) con la respectiva otra parte. El o los sensores de modificación de longitud se calibran además en la etapa 5. En la etapa 7 se realiza la determinación de la velocidad del viento. Opcionalmente (no representado) se realiza la determinación de la velocidad del viento en la instalación de energía eólica todavía activada y la instalación de energía eólica sólo se desactiva luego según la etapa 3 cuando en una etapa 9 se mide una velocidad del viento mayor o igual de 7,5 m/s, preferiblemente mayor o igual de 10 m/s. Si se constata una velocidad de menos de 7,5 m/s o preferiblemente menos de 10 m/s se prosigue la determinación de la velocidad del viento en la etapa 7.

Si existe una velocidad del viento suficientemente elevada y si la instalación de energía eólica está desactivada, en la etapa 11 se efectúa el arranque de la instalación de energía eólica y la medición del movimiento de la torre vertical mediante los sensores de modificación de longitud. Simultáneamente o esencialmente simultáneamente comienza la supervisión o medición de la modificación de la posición de la góndola en una etapa 15. En la etapa reproducida a continuación se supervisa si se produce una modificación del ángulo o modificación de la posición de la góndola. Si éste es el caso se interrumpe la medición y se repiten las etapas 5 a 11 para la nueva posición de la góndola. Para ello se deben desmontar eventualmente los sensores de modificación de longitud montados y se montan de nuevo en el nuevo lado de barlovento o sotavento. Opcionalmente para ello está prevista una mecánica de guiado para la pivotación y nuevo posicionamiento sencillo de los sensores.

Para el caso de que durante todo el tiempo del proceso de medición se pueda constatar un ángulo esencialmente constante de la góndola o una posición de la góndola constante en la etapa 13, se finaliza de forma normal la medición en la etapa 17. En la etapa 19 se realiza un cálculo de la compensación del movimiento de la torre vertical real mediante sustracción de las fracciones del movimiento vertical típicas de la instalación, predeterminadas y condicionadas por la elasticidad.

En la etapa 21 se almacena el resultado de la medición (opcionalmente) compensado de las etapas 11 a 19, preferentemente al depositarlo en un soporte de datos electrónico.

55

Si el resultado almacenado en la etapa 21 representa un movimiento de la torre vertical mayor o igual de 3 mm, de forma especialmente preferida mayor o igual de 1 mm, la realización de la medida de estabilización se inicia según la etapa 101 (véase a continuación la figura 2). Si el valor almacenado en la etapa 21 representa un movimiento de la torre vertical menor de 3 mm, preferiblemente menor de 1 mm, en la etapa 25 se emite el aviso de que no existe una

necesidad de estabilización y el procedimiento termina en la etapa 27.

El procedimiento de estabilización está representado esquemáticamente en la figura 2. En primer lugar se comienza la estabilización en la etapa 101. La etapa 103 muestra la preparación al menos de una porción de la superficie de una cimentación de la instalación de energía eólica para la aplicación de medios de perforación. En la etapa 105 se incorpora una multiplicidad de orificios mediante los medios de perforación en la superficie preparada hasta una profundidad predeterminada, preferentemente hasta un segmento de anclaje de la sección de cimentación de la instalación de energía eólica. A más tardar al comienzo de la etapa 105 se debería desactivar la instalación de energía eólica. Opcionalmente con la introducción de la multiplicidad de orificios según las etapas 106, 108, 110, 112 se conecta un proceso de endoscopia. La etapa de la endoscopia, indicada por la línea a trazos como etapa 105b, comprende en el caso de la etapa 106 la endoscopia de cada orificio introducido en la cimentación, preferentemente mediante introducción de un endoscopio óptico. En este caso el endoscopio asume una función doble: en la etapa 108a se constata que todavía no se ha alcanzado la profundidad de perforación determinada, y en particular el segmento de anclaje de la sección de cimentación, en la etapa 110 se aumenta la profundidad de orificio mediante nueva aplicación de los medios de perforación, por ejemplo, a intervalos predeterminados.

Luego se realiza nuevamente una endoscopia según la etapa 106. Si en la etapa 108b se constata que el orificio aplicado todavía no está liberado suficientemente de agua y/o suciedades, en la etapa 112 se efectúa una nueva limpieza del orificio mediante enjuagado y/o soplado. Luego se repite el proceso de endoscopia según la etapa 106. Las etapas 108, 108b se pueden realizar de forma simultánea, las etapas 110, 112 se realizan preferentemente una tras otra.

Después de la introducción de los orificios en la cimentación y opcionalmente la realización del proceso de endoscopia según la etapa 105b, según la etapa 107 se rellena el material de inyección en los orificios dispuestos. El inicio se realiza preferentemente mediante inyectoros. Como material de inyección se usa preferentemente una resina epoxi de baja viscosidad, resistente a alta compresión y resistente a alta tracción. Están disponibles para el especialista, por ejemplo, los materiales MC DUR 1264 FF de la empresa MC-Bauchemie o SIKADUR® 35 HI-MOD-LV de Sika Construction, así como alternativamente WEBAC® 4170 de WEBAC Chemie. Para el especialista es posible además sin más seleccionar una resina epoxi apropiada según los criterios descritos anteriormente y eventualmente mediante la realización de ensayos previos y prepararla conforme a las respectivas instrucciones de fabricación válidas. Al tener en cuenta los respectivos comportamientos de mezcla prescritos, temperaturas y números de revoluciones se mezcla una resina epoxi semejante a partir de dos o más componentes y se inyecta mediante los inyectoros.

En la etapa 109 se constata si el material de inyección sale de una de las otras aberturas de inyección dispuestas o desde una hendidura liberada, si este no es el caso, se prosigue o repite la etapa 107. Si el material de inyección sale, en la etapa 111 se protocoliza, a) dónde se ha rellenado el material de inyección y b) dónde sale el material de inyección. En la etapa 113 se prosigue a continuación con el siguiente agujero de inyección, es decir, preferentemente adyacente con el relleno del material de inyección. Opcionalmente para cada agujero de orificio dispuesto se realiza el procedimiento de forma análoga a las etapas 107, 109, 111. De esta manera se protocoliza como se extiende el material relleno dentro de la superficie de cimentación, lo que permite conclusiones sobre, por un lado, la cantidad rellena del material de inyección y, por otro lado, sobre el recorrido de extensión del material de inyección.

En la etapa 115 se constata que en todos los orificios dispuestos se ha echado material de inyección, en la etapa 117 se controla si todas los orificios están completamente rellenos o si se necesita un prensado posterior. Si se necesita un prensado posterior se repiten las etapas 107 a 117. De este modo se garantiza que se preñe completamente.

En la etapa 119 se produce el endurecimiento del material de inyección. La etapa 121 comprende el repaso o tratamiento posterior de la al menos una porción de la superficie de la cimentación de la instalación, en particular aquella que se ha liberado para disponer los orificios. Esto comprende preferentemente en la etapa 114 el reperfilado de la superficie de la cimentación mediante relleno de las zonas liberadas de la cimentación con un mortero modificado con plástico, ligado con hormigón, así como eventualmente otros materiales, por ejemplo, un semipiente. Luego en las etapas 116 se produce el endurecimiento del mortero o material relleno y en la etapa 118 la activación de la instalación de energía eólica. Mediante el mortero propuesto según la invención, modificado con plástico, ligado con cemento se pueden realizar ambas simultáneamente, ya que el mortero posibilita un endurecimiento fiel a la función también bajo sollicitación dinámica. Finalmente en la etapa 120 se realiza el final del procedimiento.

60

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la estabilización de una instalación de energía eólica, en particular de la conexión de una sección de cimentación de la instalación de energía eólica con la cimentación de la instalación de energía eólica, que comprende las etapas:

- realización de una medida de estabilización, que comprende
- preparación al menos de una porción de la superficie de una cimentación de la instalación de energía eólica para la aplicación de medios de perforación,
- 10 - introducción de una multiplicidad de orificios mediante los medios de perforación en la superficie preparada hasta una profundidad predeterminada, preferentemente hasta un segmento de anclaje de la sección de cimentación,
- introducción de una masa endurecible en la multiplicidad de orificios,
- endurecimiento de la masa endurecible introducida en los orificios, y
- tratamiento posterior de la al menos una porción de la superficie de la cimentación de la instalación,

15

caracterizado por

- realización de un reconocimiento temprano de la necesidad de estabilización de la instalación de energía eólica mediante medición del movimiento de la torre durante el funcionamiento de la instalación de energía, comprendiendo
- 20 el reconocimiento temprano:
- medición de un movimiento de la torre vertical con respecto a la cimentación de la instalación de energía eólica mediante uno o varios sensores de modificación de longitud que están posicionados en el lado de barlovento y/o el lado de sotavento de la torre.

25

2. Procedimiento según la reivindicación 1,

en el que el reconocimiento temprano comprende:

- desactivación de la instalación de energía eólica,
- 30 - calibración del o de los sensores de modificación de longitud,
- activación de la instalación de energía eólica,
- comienzo de la medición del movimiento de la torre, y
- almacenamiento del movimiento de la torre medido, en cuanto la oscilación de los valores emitidos por el o los sensores de modificación de longitud queda por debajo de un valor predeterminado, preferentemente queda por
- 35 debajo de un valor de 1 mm, de forma especialmente preferida adopta el valor cero.

3. Procedimiento según la reivindicación 2,

en el que el reconocimiento temprano comprende:

40

- constatación de la falta de necesidad de una medida de estabilización cuando el movimiento de la torre almacenado queda por debajo de un valor de 3 mm, preferiblemente 1 mm.

4. Procedimiento según la reivindicación 2 ó 3,

45

que comprende las etapas.

- compensación del movimiento de la torre medido mediante sustracción del desvío condicionado por la elasticidad de los sensores de modificación de longitud, y

50

- almacenamiento del movimiento de la torre compensado.

5. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores,

en el que la medición del movimiento de la torre se realiza mediante uno o varios relojes comparadores, que están montados o se montan preferentemente mediante un soporte magnético en la pared de torre de la instalación de energía eólica, de forma especialmente preferida interiormente.

55

6. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores,

que comprende las etapas:

- medición de la velocidad del tiempo que impulsa la instalación de energía eólica, y
- realización del reconocimiento temprano cuando la velocidad del viento es de 7,5 m/s o más, preferiblemente 10 m/s o más.

7. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores,

que comprende la etapa:

10

- supervisión de la posición de la góndola de la instalación de energía eólica durante la medición del movimiento de la torre,
- interrupción del proceso de medición del movimiento de la torre cuando se constata una modificación de la posición de la góndola, preferentemente en un rango de 5° o más,

- 15
- nuevo posicionamiento del o de los sensores de modificación de longitud en el lado de barlovento modificado y/o lado de sotavento de la torre en función de la modificación de la posición de la góndola, y
 - nuevo comienzo de la medición del movimiento de la torre.

8. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores,

20

en el que la etapa de la medición del movimiento de la torre se realiza tres veces, y que comprende la etapa:

- formación de un valor promedio de las tres mediciones realizadas del movimiento de la torre.

25 9. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores,

en el que la etapa de la preparación

- 30
- comprende la preparación de una porción exterior y de una porción interior de la superficie de la cimentación de la instalación, y/o
 - comprende la liberación del material de la cimentación, por ejemplo, mediante retirada de la capa de obturación o cobertura, y/o
 - el recubrimiento de una zona de la pared de torre dispuesta adyacente a la cimentación con una lámina protectora.

35 10. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en el que la etapa de la introducción de la multiplicidad de orificios comprende la introducción de 10 a 40 orificios, preferentemente 20 orificios, a lo largo de un perímetro de la circunferencia por fuera de la torre de la instalación de energía eólica, así como la introducción de 10 a 30 orificios, preferentemente 20 orificios, a lo largo de un perímetro de la circunferencia dentro de la torre de la instalación de energía eólica.

40

11. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores,

que comprende las etapas:

- 45
- endoscopia de cada orificio introducida en la cimentación,
 - constatación de si el orificio se extiende hasta un segmento de anclaje de la instalación de energía eólica, y
 - constatación de si el orificio está libre de suciedades, en particular en forma de agua y/o partículas.

12. Procedimiento según la reivindicación 11,

50

que comprende una, varias o todas las etapas:

- limpieza del orificio mediante enjuagado y/o soplado cuando se han constatado suciedades,
 - aumento de la profundidad de orificio cuando el orificio todavía no se extiende hasta el segmento de anclaje de la
- 55
- instalación de energía eólica, y/o
 - repetición de la etapa de la endoscopia.

13. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores,

en el que como masa endurecible se incorpora una resina epoxi de baja viscosidad en la multiplicidad de orificios, preferentemente una resina epoxi resistente a alta compresión, y/o resistente a alta tracción y/o resistente a la humedad.

5 14. Procedimiento según la reivindicación 13,

en el que la resina epoxi se mezcla a partir de dos o más componentes.

15. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores,

10

en el que el tratamiento posterior de la al menos una porción de la superficie de la cimentación de la instalación comprende:

15 - reperfilado de la superficie de la cimentación mediante relleno de las zonas liberadas de la cimentación con un mortero modificado con plástico, ligado con cemento.

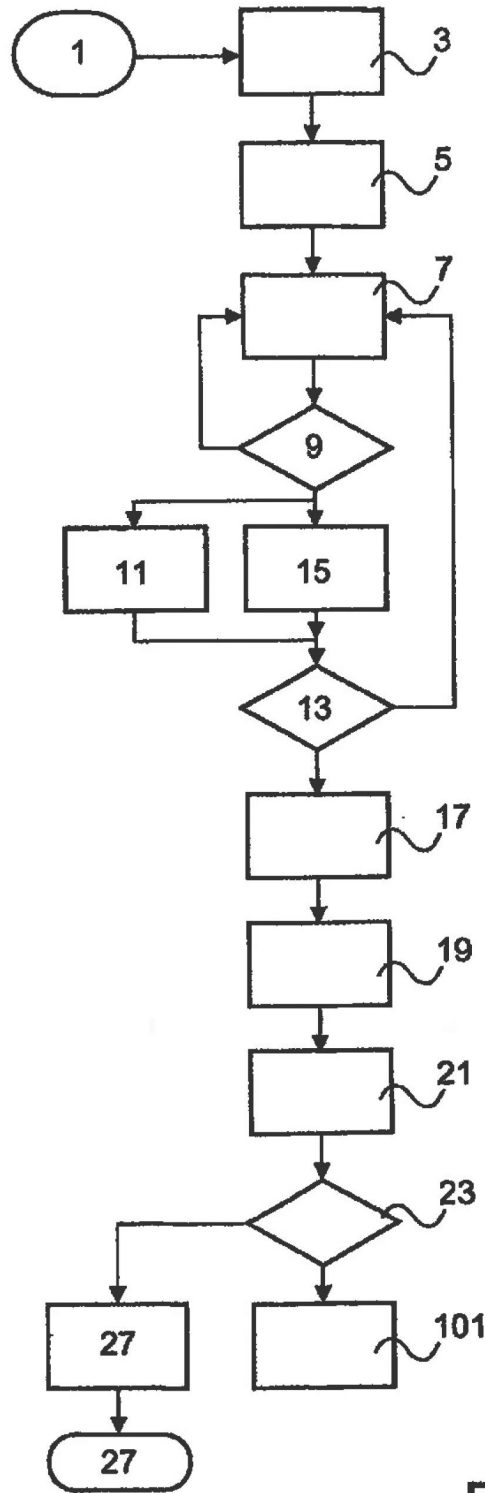


Fig. 1

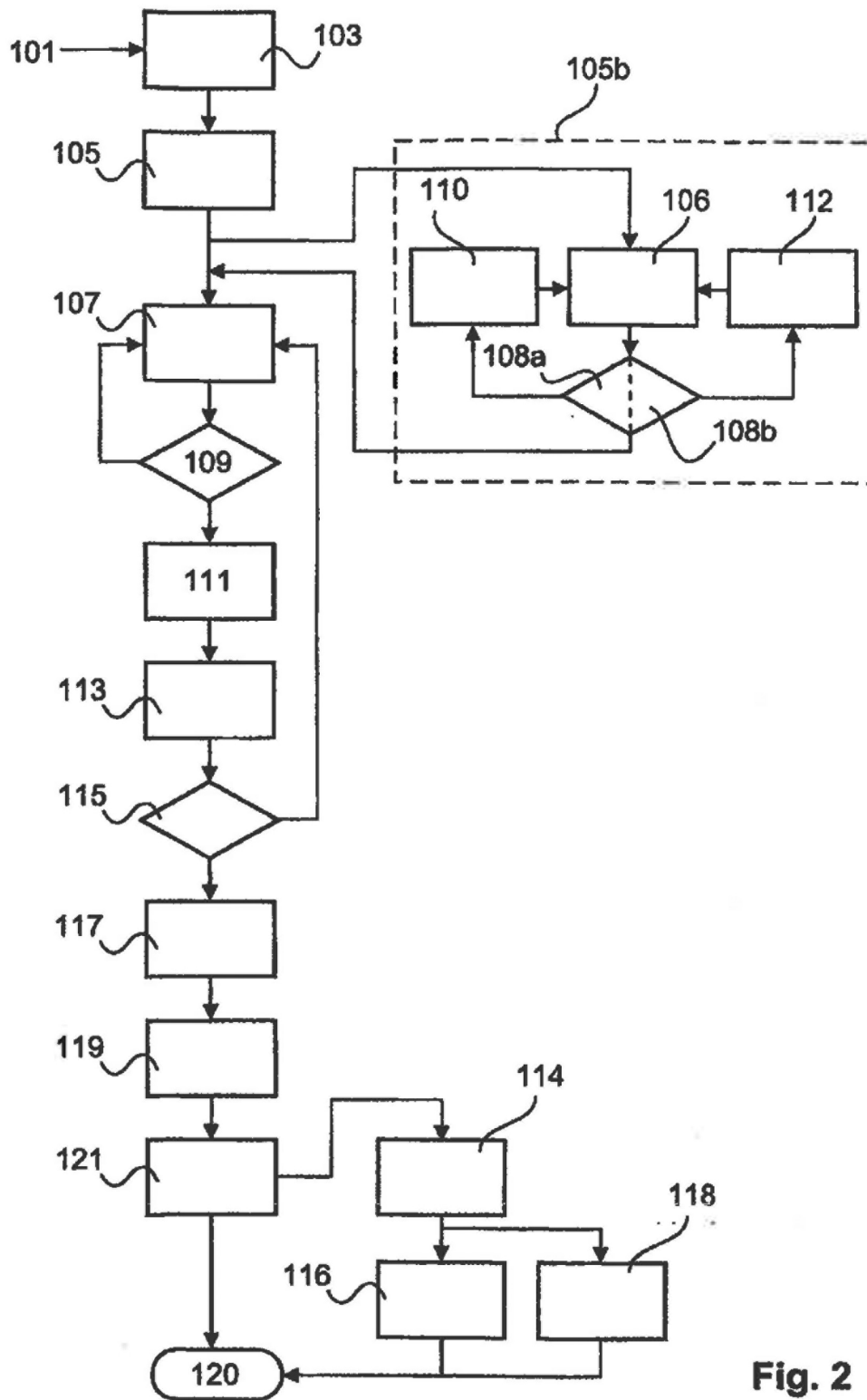


Fig. 2