República Federativa do Brasil
Ministério da Indústria, Comércio Exterior
e Serviços
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) PI 0704429-1 B1

(22) Data do Depósito: 03/12/2007

(45) Data de Concessão: 02/01/2018

(54) Título: CABO DE FIBRA SINTÉTICA E PROCESSO PARA O MONITORAMENTO DA DURABILIDADE DE UM CABO DE FIBRA SINTÉTICA

(51) Int.Cl.: D07B 1/14

(30) Prioridade Unionista: 04/12/2006 EP 06 125326.6

(73) Titular(es): INVENTIO AKTIENGESELLSCHAFT

(72) Inventor(es): CLAUDIO DE ANGELIS

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para **"CABO DE FIBRA SINTÉTICA E PROCESSO PARA O MONITORAMENTO DA DURABILIDADE DE UM CABO DE FIBRA SINTÉTICA".**

[001] A presente invenção refere-se a um cabo de fibra sintética constituído por cordões dispostos em pelo menos uma camada de cordões, sendo que um cordão é constituído por fios trançados e um fio é constituído por fibras sintéticas, sendo que no mínimo um cordão de no mínimo uma camada de cordões apresenta fibras indicadoras, respectivamente no mínimo um fio indicador, para o monitoramento da durabilidade do cabo, segundo a definição das reivindicações independentes.

[002] Pelo documento de pedido de patente EP 1 371 597 A1 tornou-se conhecido um cabo revestido que é empregado como meio de sustentação para elevadores. O cabo apresenta camadas de cordões internas e camadas de cordões externas, sendo que uma camada de cordões é constituída por vários cordões trançados e a direção do trançado em cabo das camadas de cordões internas é oposta à direção do trançado em cabo das camadas de cordões externas. A resistência à tração das camadas de cordões internas é maior do que a resistência à tração da camada de cordões externa. Cada cordão é construído a partir de fibras sintéticas de aramida trançadas em cabo e impregnadas. O tempo de duração da camada de cordões externa é menor do que o tempo de duração das camadas de cordões internas. Para o monitoramento do cabo, os cordões individuais da camada de cordões externa são munidos de arames condutores de eletricidade, sendo que cada dois cordões adjacentes são munidos de arames condutores de eletricidade que se friccionam mutuamente e, com isso, detectam a tempo a evolução do tempo de duração do cabo, respectivamente o final do tempo de duração do cabo.

[003] Pelo documento de pedido de patente EP 0 731 209 A1

tornou-se conhecido um cabo revestido que é empregado como meio de sustentação para elevadores. O cabo apresenta camadas de cordões internas e camadas de cordões externas, sendo que uma camada de cordões é constituída por vários cordões trançados e a direção do trançado em cabo das camadas de cordões internas tem o mesmo sentido da direção de trançado em cabo da camada de cordões externa. Cada cordão é construído a partir de fibras sintéticas de aramida trançadas em cabo e impregnadas. Para o monitoramento da durabilidade do cabo, respectivamente da necessidade de descarte do cabo de fibra sintética, cada cordão de uma camada de cordões é munido de fibras de carbono condutoras de eletricidade. No decorrer da operação, em qualquer, as fibras de carbono, devido a dilatações muito grandes ou a uma grande quantidade de mudanças de flexão, se rasgam ou se rompem antes do que fibras de aramida de suporte dos cordões. Com a ajuda de uma fonte de tensão, é possível determinar a quantidade das fibras de carbono rasgadas. Para que seja possível garantir uma capacidade de suporte residual do cabo de fibra sintética, basta falhar apenas um determinado percentual das fibras de carbono. Então o elevador será automaticamente deslocado para uma parada predeterminada e será desconectado.

[004] Nesse aspecto a invenção pretende fazer uma contribuição. A invenção alcança o objetivo de criar um cabo de fibra sintética com alta sensibilidade ao monitoramento da durabilidade do cabo.

[005] O monitoramento da durabilidade do cabo é um problema básico de todos os cabos de fibra sintética, especialmente daqueles que são envolvidos por um revestimento.

[006] Segundo o atual estado da técnica, as fibras de carbono podem ser selecionadas e dispostas de acordo com as solicitações de carga no cabo. Nesse método pode ser desvantajoso o fato de que os parâmetros a serem condicionados não podem ser ajustados de modo

perfeito uns aos outros e os meios de sustentação têm que ser substituídos muito prematuramente para se ficar bem distante do estado crítico. Na construção de elevadores, como meios de sustentação podem ser usados cabos de fibra sintética até 60%, respectivamente 80%, da força de ruptura residual, com relação à força de ruptura normal. Quanto mais precisamente puder ser alcançado esse ponto, mais economicamente poderão ser empregados os meios de sustentação.

[007] Dependendo do tipo, área de aplicação e exigência de segurança do uso de cabo de fibra sintética, colocam-se maiores exigências quanto à sensibilidade de monitoramento dos cordões indicadores do cabo de fibra sintética. Comportamento de reação correto e capacidade de replicar de acordo com a exigência, são propriedades vantajosas do cabo de fibra sintética de acordo com a invenção. De modo conhecido, os cabos de fibra sintética que servem de meios de sustentação para elevadores são monitorados eletricamente de modo permanente por meio de fios de fibras de carbono integrados aos cordões de cabo. Nesse caso, é vantajoso o fato de que os cabos de fibra sintética são monitorados por toda a sua extensão, inclusive regiões não aparentes, como, por exemplo, as regiões nos fechos dos cabos. Os cabos de fibra sintética detectam o desgaste abrasivo dentro do cabo e detectam com segurança os danos causados a partir de fora e proporcionam ao usuário do elevador uma medida máxima em segurança por meio da conexão permanente com o controle do elevador, que em caso de necessidade pode reagir rapidamente e sem comprometimento.

[008] As exigências quanto a um monitoramento moderno dos meios de sustentação aumentaram em relação às anteriores. Para que o cabo de fibra sintética possa ser conduzido até o limite da falha e para que o potencial econômico do meio de sustentação de novo tipo possa ser explorado mais intensamente, respectivamente para que o

usuário possa ajustar uma sensibilidade da detecção de necessidade de descarte do cabo requerida segundo suas necessidades, é preciso que os cordões com fibras indicadoras possam ser ainda melhor ajustados quanto ao seu comportamento de reação, sendo que as fibras indicadoras dos cordões perdem sua condutibilidade elétrica e assim detectam um desgaste do cabo, em função de uma quantidade de mudança de flexão a ser alcançada e de uma força de ruptura residual com uma alta probabilidade.

[009] Uma fibra indicadora, respectivamente um fio indicador, pode ser constituída por quaisquer materiais que sejam condutíveis de alguma forma, como por exemplo fibras com propriedades de condução de luz ou fibras técnicas revestidas com metal, fibras de carbono etc., que sejam condutores de eletricidade, sendo que as fibras, no caso contato direto de desgaste, se desgastam por fricção mais cedo que as fibras de suporte.

[0010] Para o monitoramento permanente, as fibras indicadoras condutíveis são colocadas em contato na extremidade do cabo e conectadas aos aparelhos. Em uma extremidade de cabo, as fibras indicadoras são conectadas a um emissor de sinais, e na outra extremidade de cabo as fibras indicadoras são conectadas a um receptor de sinais. O sinal de emissão é medido por meio do receptor de sinais e, com base no sinal medido, respectivamente ausente, avalia-se o estado das fibras indicadoras. O EP 0 731 209 A1 mostra um exemplo para um monitoramento de fibra indicadora por meio de sinais elétricos.

[0011] Um cabo de fibra sintética é constituído por vários cordões trançados, dispostos em diferentes camadas, sendo que cada cordão é constituído por fios trançados, sendo que um fio é constituído por 1000 fibras sintéticas, por exemplo. Um fio bruto é constituído por fibras sintéticas unidirecionais ou, para serem melhores processados, já possuem desde a fabricação uma rotação de proteção de, por exem-

plo, 15 rotações por metro. Normalmente, "fibra" é usada como conceito independente do comprimento para todos os materiais de fibra têxteis. "Filamento" é a designação para fibras têxteis de comprimento muito grande, respectivamente praticamente sem fim, na fabricação de fibras químicas. A direção do trançado em cabo dos fios nos cordões é prevista de tal modo que as fibras individuais fiquem vantajosamente alinhadas na direção de tração do cabo, respectivamente no eixo longitudinal do cabo. O cabo de fibra sintética pode ser construído por fibras químicas como, por exemplo, fibras de aramida ou fibras típicas, fibras de polietileno, fibras de poliéster e fibras de vidro etc. O cabo de fibra sintética pode ser constituído por uma ou duas ou três ou mais de três camadas de cordões. No mínimo um cordão de no mínimo uma camada de cordões apresenta fibras indicadoras, respectivamente no mínimo um fio indicador, para o monitoramento da durabilidade do cabo.

[0012] De acordo com a invenção, o material sintético também chamado de matriz que envolve os cordões munidos de no mínimo uma fibra indicadora, respectivamente um fio indicador, possui uma resistência ao desgaste por fricção menor do que a matriz dos demais cordões.

[0013] No caso do cabo de fibra sintética de acordo com a invenção, o material da matriz, respectivamente a resina que envolve os cordões, dos cordões com fibras indicadoras, respectivamente com fios indicadores, é constituído por um material sintético mais macio (por exemplo, faixa de dureza Shore A) do que os materiais de matriz (por exemplo faixa de dureza Shore D) dos cordões adjacentes, respectivamente dos demais cordões, e isso faz com que esses cordões apresentem uma menor capacidade de resistência contra desgaste por fricção em relação a um cordão sem fibras indicadoras, respectivamente fios indicadores. Alternativamente ao material sintético mais

macio, o material de matriz pode ser obtido com um amaciante. Para isso podem ser usados amaciantes conhecidos. Devido ao pior comportamento de desgaste por fricção dos cordões com fibras indicadoras, durante a flexão devido ao movimento relativo que ocorre em relação aos cordões adjacentes, é provocado um desgaste prematuro e, consequentemente, uma inutilização prematura das fibras indicadoras nos cordões. O cordão com fibras indicadoras, respectivamente com fios indicadores, atua como ponto de ruptura teórica. O cordão com fibras indicadoras, respectivamente com fios indicadores, será chamado a partir de agora de cordão indicador. O aumento do desgaste pode ser controlado em função do tipo e da quantidade do amaciante selecionado.

[0014] Ftalatos e adipatos são amaciantes típicos, que tornam o cordão mais macio, tornam a sua rigidez transversal menor e a sua capacidade de resistência contra desgaste por fricção menor. Por meio de uma proporção selecionada de peso de 1 % a 30 % para a matriz do cordão indicador, é possível fazer a matriz "mais macia" em relação aos cordões adjacentes, sendo que no caso de uma quantidade crescente de amaciante, o comportamento de desgaste por fricção piora de acordo com o grau de maciez.

[0015] Além disso, o material de matriz do cordão adjacente, respectivamente dos demais cordões (cordões sem fibras indicadoras, respectivamente fios indicadores), idêntico ao material de matriz do cordão indicador pode ser misturado com um aditivo que reduza a fricção em relação ao cordão indicador. Como aditivo podem ser adicionados, por exemplo, ceras ou pequenas quantidades de teflon (1 a 3 % de cera ou 5 a 15 % de pó de teflon, em relação à fração de substância sólida da matriz sem fração de fibras).

[0016] Além disso, o material de matriz do cordão indicador idêntico ao material de matriz do cordão adjacente pode ser tratado durante

a fabricação de um modo tal que a matriz de material sintético seja degrada até um ponto em que diminua a dureza e a resistência ao desgaste. Isso é obtido por meio de um tratamento térmico do cordão indicador a uma temperatura maior do que 230° e um tempo de tratamento de mais do que 20 s. Em função da temperatura, as cadeias moleculares longas necessárias para as propriedades de material se separam até que ao ocorrer o resfriamento as moléculas não mais se recombinem completamente. Para apoiar esse processo é possível fornecer à matriz de cordão moléculas de água que impeçam uma recombinação completa das cadeias moleculares. Alternativamente também se pode pensar em outras moléculas que atrapalhem ou impeçam a recombinação. Ocorre uma degradação inicial da matriz que leva a uma resistência nitidamente menor ao desgaste por fricção e que, consequentemente, provoca uma inutilização das fibras indicadoras, respectivamente do fio indicador. A proteção contra desgaste por fricção é deteriorada propositalmente.

[0017] As fibras indicadoras, respectivamente o fio indicador, encontram-se na proximidade da superfície de cordão e compõem a estrutura helicoidal das fibras sintéticas, respectivamente dos fios de fibra sintética. Devido à matriz de cordão mais macia, as fibras indicadoras, respectivamente o fio indicador, são desgastadas continuamente. Com isso, o monitoramento dos cordões que suportam carga é interrompido e isso é detectado como desgaste antes que os demais cordões suportando carga tenham sido afetados. Com isso fica garantido que os cordões indicadores tenham uma capacidade de potência diferenciada devido não apenas à expansão de ruptura diferenciada, mas também devido à dureza diferenciada da matriz é gerada uma probabilidade confiável de deficiência (a expansão de ruptura é a expansão até a ruptura de uma fibra, de um fio ou de um cordão).

[0018] Além disso, existe a possibilidade de posicionar os cordões

indicadores em um cabo de fibra sintética com várias camadas, de um modo tal que a absorção de carga em relação aos cordões adjacentes seja maior. Por exemplo, no caso de um cabo de fibra sintética com três camadas de cordões, as duas camadas de cordão concêntricas internas absorvem uma maior porção de carga porque de fato a extensão de impacto é constante em relação à camada mais externa, embora o ângulo de impacto se torne cada vez menor em relação ao ponto central do cabo de fibra sintética. Os cordões na união de cabos localizam-se nitidamente mais inclinados, e isso faz com que os cordões sejam mais curtos ou mais longos dependendo da camada. Devido à limitação geométrica, os cordões mais internos são os mais curtos e possuem, assim, a maior parte de sustentação. Por isso se recomenda que sejam dispostos outras fibras indicadoras, respectivamente fios indicadores, em cordões individuais das duas camadas internas de cordão. Nesse caso, no caso de um cabo com três camadas, a camada central de cordões deve ser preferencial, porque essa camada fica submetida a maiores esforços de stress devido aos diferentes raios de enrolamento e, consequentemente, devido às diferentes velocidades de flexão.

[0019] Além disso, para a estruturação do cordão sem fibras indicadoras é possível empregar uma fibra sintética com capacidade dinâmica bastante satisfatória de mudança de flexão. Para o fio indicador do cordão indicador, as fibras indicadoras (por exemplo, fibras de carbono) podem ser combinadas com fibras sintéticas cuja capacidade dinâmica de mudança de flexão seja inferior àquela das demais fibras sintéticas do cordão indicador, respectivamente daquela das fibras sintéticas do cordão sem fibras indicadoras. As fibras sintéticas superiores, para o emprego de meios de sustentação correntes, são constituídas à base de co-polímeros, como por exemplo copoli (tereftalamida); as fibras inferiores que trabalham sob essas condições podem ser de

poli-p-fenil (tereftalamida) (a capacidade dinâmica de mudança de flexão é a resistência à fadiga por flexão sob cargas que sejam variáveis).

[0020] Além disso, para a estruturação do fio indicador, as fibras indicadoras (por exemplo fibras de carbono) podem ser combinadas com fibras sintéticas, que apresentem um módulo de elasticidade maior em relação às demais fibras sintéticas do cordão indicador, respectivamente em relação às fibras sintéticas do cordão sem fio indicador. Para as fibras sintéticas que são combinadas com os fios indicadores no cordão indicador, é possível empregar, por exemplo, fibras Twaron com um módulo de elasticidade de 100'000 a 120'000 N/mm^2. As demais fibras dos cordões não-indicadores podem ser constituídas, por exemplo, de fibras Technora com 76'000 N/mm^2.

[0021] As providências acima mencionadas para o monitoramento da durabilidade do cabo também podem ser combinadas. Por exemplo, a capacidade de resistência contra desgaste por fricção pode ser prevista por meio de alteração da matriz de cordão e, ao mesmo tempo, o fio indicador pode ser constituído por fibras indicadoras e por fibras sintéticas inferiores na carga em relação às demais fibras sintéticas.

REIVINDICAÇÕES

1. Cabo de fibra sintética constituído por cordões dispostos em pelo menos uma camada de cordões, sendo que cada cordão é constituído por fios trançados e os fios são constituídos por fibras sintéticas, sendo que pelo menos um cordão de pelo menos uma camada de cordões apresenta fibras indicadoras para o monitoramento da durabilidade do cabo, caracterizado pelo fato de que pelo menos um fio indicador é constituído por fibras indicadoras e por fibras sintéticas, sendo que as fibras indicadoras do fio indicador apresentam uma resistência à carga inferior a das fibras sintéticas dos fios dos cordões, sendo que a resistência à fadiga por flexão das fibras indicadoras do pelo menos um fio indicador é inferior à resistência à fadiga por flexão das fibras sintéticas dos fios dos cordões.

2. Cabo de fibra sintética de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o módulo de elasticidade das fibras sintéticas do fio indicador é maior do que o módulo de elasticidade das fibras sintéticas dos cordões.

3. Processo para o monitoramento da durabilidade de um cabo de fibra sintética, como definido nas reivindicações de 1 ou 2, caracterizado pelo fato de que para o monitoramento de fibra indicadora, em uma extremidade do cabo as fibras indicadoras são conectadas a um emissor de sinais, e na outra extremidade do cabo as fibras indicadoras são conectadas a um receptor de sinais, sendo que um sinal emitido do emissor de sinais é medido pelo receptor de sinais e, com base no sinal medido ou na ausência de sinal, é avaliado o estado das fibras indicadoras.

4. Processo de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de que o monitoramento de fibra indicadora ocorre por meio de sinais óticos ou elétricos.