



República Federativa do Brasil  
Ministério da Economia  
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

**(11) PI 0817760-0 B1**



**(22) Data do Depósito:** 02/10/2008

**(45) Data de Concessão:** 15/10/2019

---

**(54) Título:** DISPOSITIVO GERADOR DE VAPOR, MÉTODO PARA PRODUZIR UM REVESTIMENTO HIDROFÍLICO NA CÂMARA DE VAPOR DE UM DISPOSITIVO GERADOR DE VAPOR, E, FERRO DE PASSAR A VAPOR

**(51) Int.Cl.:** F22B 37/60; D06F 75/18; F22B 37/04; D06F 75/10.

**(30) Prioridade Unionista:** 05/10/2007 EP 07117929.5.

**(73) Titular(es):** KONINKLIJKE PHILIPS N.V..

**(72) Inventor(es):** YTSSEN WIELSTRA.

**(86) Pedido PCT:** PCT IB2008054019 de 02/10/2008

**(87) Publicação PCT:** WO 2009/044358 de 09/04/2009

**(85) Data do Início da Fase Nacional:** 05/04/2010

**(57) Resumo:** DISPOSITIVO GERADOR DE VAPOR, MÉTODO PARA PRODUZIR UM REVESTIMENTO HIDROFÍLICO NA CÂMARA DE VAPOR DE UM DISPOSITIVO GERADOR DE VAPOR, E, FERRO DE PASSAR A VAPOR A invenção refere-se a um dispositivo gerador de vapor compreendendo uma câmara de vapor provida com um revestimento hidrofílico. O revestimento hidrofílico compreende um composto de ácido fosfórico e boro, preferencialmente um sal de boro com um elemento metálico. O revestimento promove vaporização e é resistente a formação de flocos. A invenção também se refere a um método para produzir o revestimento hidrofílico na câmara de vapor de um dispositivo gerador de vapor, e a um ferro de passar compreendendo o dispositivo gerador de vapor.

“DISPOSITIVO GERADOR DE VAPOR, MÉTODO PARA PRODUZIR UM REVESTIMENTO HIDROFÍLICO NA CÂMARA DE VAPOR DE UM DISPOSITIVO GERADOR DE VAPOR, E, FERRO DE PASSAR A VAPOR”

## 5 CAMPO DA INVENÇÃO

A invenção refere-se a um dispositivo gerador de vapor compreendendo uma câmara de vapor provida com um revestimento hidrofílico. A invenção refere-se ainda a um método de prover um revestimento hidrofílico na câmara de vapor de um dispositivo gerador de vapor. A invenção refere-se, em particular, a um ferro de passar a vapor compreendendo uma câmara de vapor provida com um revestimento hidrofílico.

## FUNDAMENTO DA INVENÇÃO

Aquecer água acima de 100°C em atmosfera 1 irá transformá-la em vapor. Em dispositivos geradores de vapor, tais como ferros de passar a vapor, é aplicada água a uma superfície quente a fim de gerar o vapor. Entretanto, o vapor pode formar uma camada isolante entre a superfície e as gotas de água, desse modo, efetivamente reduzindo a evaporação de água. As gotas de água tenderão a saltar sobre a superfície em vez de evaporar-se em vapor. Este efeito é chamado de efeito Leidenfrost e, geralmente, ocorre acima de 160°C. Este efeito é observado, por exemplo, em ferros de passar a vapor.

Vários métodos foram propostos para impedir o efeito Leidenfrost, variando de provimento de estruturas especiais na câmara de vapor, como nervuras, por exemplo, ao uso de revestimentos sobre a superfície da câmara de vapor. Um revestimento promotor de vapor adequado é hidrofílico e moderadamente isolante de calor. O caráter moderadamente isolante de calor do revestimento impede a água de tocar o substrato de alumínio quente. Quando alguma água toca a superfície, a superfície é

imediatamente resfriada efetivamente para abaixo das temperaturas de efeito Leidenfrost. Preferencialmente também, estes revestimentos promotores de vapor têm de fato certa quantidade de porosidade. Em virtude do caráter hidrofílico do revestimento promotor de vapor, a água introduzida se espalha prontamente sobre a superfície da câmara de vapor. Um revestimento promotor de vapor adequado oferece uma combinação de boa umidificação, absorção de água na estrutura porosa, e uma alta rugosidade superficial.

Um dispositivo gerador de vapor do tipo descrito no preâmbulo é conhecido em US 5,060,406. O dispositivo conhecido (um ferro de passar a vapor) é provido com um revestimento promotor de vapor, composto fundamentalmente de sílica, enchimentos e um composto de ácido fosfórico, em particular, fosfato de mono alumínio. Devido à presença de uma quantia relativamente alta de enchimentos, as misturas de revestimento conhecidas são altamente viscosas e não podem ser aplicadas prontamente por técnicas de pulverização. O fosfato de mono alumínio é solúvel em água, pode ser secado e curado em um revestimento inorgânico substancialmente insolúvel, e também atua como estabilizador ácido para as misturas coloidais de sílica, usado em US 5,060,406. Além disso, ele tem um pH baixo, e, portanto, caustica o substrato de alumínio, o que aumenta a adesão entre o revestimento e o substrato de alumínio. Seria, portanto, desejável se um revestimento promotor de vapor, baseado grandemente em fosfatos de mono alumínio sozinho, pudesse ser aplicado à câmara de vapor superfície. Entretanto, estes revestimentos são excessivamente frágeis, e, portanto, só podem ser aplicados em pequenas espessuras, tipicamente menos do que um micron. Isto não é desejável, entre outras coisas, por que estas pequenas espessuras aumentam o risco de ocorrência do efeito Leidenfrost.

Em resumo, o revestimento promotor de vapor conhecido reduz de fato o efeito Leidenfrost ao nível desejado, mas ou é excessivamente viscoso ou excessivamente frágil, em particular, em um ambiente com um

alto grau de umidade e uma temperatura relativamente alta. Esta fragilidade faz com que flocos desprendam-se do revestimento de câmara de vapor, e ditos flocos podem sair do ferro de passar através dos orifícios de vapor.

### SUMÁRIO DA INVENÇÃO

5                   É um objeto da presente invenção superar os problemas acima mencionados. Com este fim, é um objeto da invenção prover, em particular, um ferro de passar a vapor que é provido com um revestimento de câmara de vapor que é menos sensível a tensões internas em um ambiente quente e úmido. Um outro objeto é prover um revestimento de câmara de vapor que é  
10 menos sensível ao efeito Leidenfrost. Um outro objeto é prover um método inventivo de aplicar este tipo de revestimento promotor de vapor na câmara de vapor de um ferro de passar a vapor.

Estes e outros objetos são atingidos por meio de um dispositivo gerador de vapor compreendendo uma câmara de vapor provida  
15 com um revestimento hidrofílico compreendendo um composto de ácido fosfórico, em que o revestimento compreende ainda boro, e, preferencialmente, um sal de boro com um elemento metálico.

### BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

No desenho:

20                   A fig. 1 é uma vista parcialmente em seção transversal e parcialmente em elevação de um ferro de passar a vapor de acordo com a invenção.

### DESCRIÇÃO DETALHADA DAS MODALIDADES

25                   De acordo com a invenção, é provido um dispositivo gerador de vapor, cujo dispositivo compreende uma câmara de vapor provida com um revestimento hidrofílico. O revestimento hidrofílico compreende um composto de ácido fosfórico, bem como boro. Em uma modalidade preferida, o revestimento hidrofílico compreende um composto de ácido fosfórico, bem como um sal de boro com um elemento metálico. O uso combinado de um

composto de ácido fosfórico e boro, e, preferencialmente, um sal de boro com um elemento metálico, gera um revestimento que, após cura, tem um excelente desempenho de vaporização. Em particular, o revestimento inventado mostra a maioria das características desejáveis de um revestimento promotor de vapor: ele não só desloca o efeito Leidenfrost para temperaturas mais altas, ele também mostra um bom comportamento de umidificação e boa pulverização de água na estrutura porosa.

Uma outra vantagem do revestimento de acordo com a invenção é que a quantidade de enchimento no revestimento pode ser menor do que no revestimento conhecido até agora. Suprir um revestimento com partículas pode melhorar as propriedades de vaporização, mas também aumenta a viscosidade do revestimento não curado. Isto pode levar a dificuldade de aplicação do revestimento, e o método de pulverização preferido pode não ser aplicável. O revestimento da invenção é facilmente pulverizável.

Em uma modalidade preferida da invenção, o dispositivo gerador de vapor é caracterizado pelo fato de que o elemento metálico é um elemento de metal alcalino. Qualquer elemento de metal alcalino, em princípio, pode ser usado, mas elementos preferidos são escolhidos do grupo de sódio, lítio e potássio. O uso de lítio é particularmente preferido se a estabilidade da composição de revestimento promotor de vapor tiver que ser melhorada. Além disso, foi estabelecido que o uso de lítio também aumenta a resistência do revestimento promotor de vapor.

De acordo com a invenção, o revestimento de câmara de vapor hidrofílico compreende um composto de ácido fosfórico. Isto deve ser compreendido como significando um composto de fosfato de metal em que o fosfato é pelo menos protonado individualmente ( $\text{HPO}_4^{2-}$  ou  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ). Como exemplos de compostos adequados estão  $\text{MgHPO}_4$  e  $\text{Zn}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ . O composto

de ácido fosfórico no revestimento de câmara de vapor provê uma boa adesão ao substrato de alumínio.

Ficou demonstrado que, com relação a isto, compostos de fosfato de alumínio, mais particularmente, trifosfato de alumínio ( $\text{Al}(\text{H}_2\text{PO}_4)_3$ ), podem ser empregados com muitas vantagens. Estes compostos podem ser usados como enchimentos adicionais no revestimento da câmara de vapor em que eles, então, atuam como aglutinantes. Observou-se que a presença de fosfato de alumínio no revestimento de câmara de vapor garante que este tipo de revestimento seja particularmente insolúvel em água.

A fim de produzir um efeito favorável, a quantidade de borato no revestimento promotor de vapor fica preferencialmente entre 1 e 40% em peso da composição total do revestimento seco (a água na composição de revestimento sendo substancialmente removida). Mais preferencialmente, a quantidade de borato fica entre 5 e 30% em peso, mais preferencialmente, entre 8 e 20% em peso.

As propriedades mecânicas e, em particular, a resistência do revestimento pode ser aumentada adicionando enchimentos ao mesmo. Qualquer enchimento conhecido na técnica pode ser empregado, incluindo partículas de óxido de metal, tais como alumina ou sílica, e partículas minerais, tais como mica, caolina, etc. Em uma outra modalidade preferida da invenção, o revestimento hidrofílico do dispositivo gerador de vapor compreende partículas de alumina. Acredita-se que estas partículas geram melhores revestimentos, já que elas podem recuperar qualquer excesso de ácido fosfórico presente em soluções de fosfato de alumínio disponíveis comercialmente.

A fim de produzir revestimentos com propriedades mecânicas aumentadas, uma quantidade de enchimento no revestimento promotor de vapor fica preferencialmente entre 5 e 60% em peso da composição total do revestimento seco (a água na composição de revestimento sendo

substancialmente removida). Mais preferencialmente, uma quantidade de enchimento fica entre 10 e 40% em peso, mais preferencialmente entre 15 e 25% em peso. O desempenho do revestimento pode ser otimizado adicionando óxidos de metal à solução de revestimento.

5                   A invenção também se refere a um método para produzir um revestimento hidrofílico na câmara de vapor de um dispositivo gerador de vapor. O método compreende preparar uma mistura de um composto de ácido fosfórico e um sal de boro com um elemento metálico, introduzir a mistura na câmara de vapor e curar a mistura a uma temperatura elevada para formar um  
10   revestimento hidrofílico. A introdução da mistura na câmara de vapor é realizada preferencialmente por pulverização.

                  Em particular, o método é caracterizado pelo fato de que ácido bórico é dissolvido em água, ao qual um hidróxido de metal alcalino é adicionado. Como hidróxidos de metal adequados estão hidróxido de sódio,  
15   hidróxido de lítio e hidróxido de potássio, hidróxido de lítio sendo o composto alcalino mais preferido. Esta solução (ou lama) é então misturada a uma solução de um composto de ácido fosfórico. A solução resultante (translúcida), normalmente tendo uma viscosidade aumentada, é então aplicada ao substrato de alumínio e curada a uma temperatura elevada em um  
20   revestimento hidrofílico de câmara de vapor. É obtido um revestimento de borofosfato de alumínio poroso e substancialmente insolúvel. O revestimento obtido promove a formação de vapor, sem a ocorrência de flocos e/ou outros efeitos desvantajosos.

                  Uma vantagem adicional do revestimento de acordo com a  
25   invenção é que podem ser obtidos revestimentos adequados dentro de uma ampla faixa de espessuras. Devido à reologia favorável da composição de revestimento da invenção, e, em particular, a sua viscosidade relativamente baixa, revestimentos bastante finos podem ser prontamente aplicados. A espessura de camada de revestimento pode assim ser ajustada, dependendo do

tipo específico de material promotor de vapor usado. Camadas de revestimento não porosas e espessas impedirão o efeito Leidenfrost até altas temperaturas. Entretanto, se a camada for muito espessa, a condução térmica através da camada limitará muitíssimo a taxa de evaporação. Especialmente a

5 temperaturas mais baixas e altas taxas de dosagem, a água pode vazar do dispositivo gerador de vapor. Se a camada de revestimento for muitíssimo fina, as taxas de evaporação a baixas temperaturas serão mais altas. Entretanto, o dispositivo gerador de vapor, neste caso, ficará mais propenso ao efeito Leidenfrost, e água tocando a superfície pode saltar para fora,

10 levando a respingamento do dispositivo gerador de vapor a altas temperaturas. Para camadas de revestimento porosas, altas taxas de evaporação tanto a baixas temperaturas (devido à melhor pulverização) quanto a altas temperaturas podem ser atingidas. A espessura de camada, além disso, pode ficar limitada pelas propriedades mecânicas do material de revestimento.

15 Podem ocorrer flocos caso as camadas de revestimento ultrapassem certa espessura crítica. Falando em termos gerais, espessuras de camada de revestimento preferíveis variam entre 1 e 100 microns, mais preferencialmente entre 20 e 80 microns, e ainda mais preferencialmente entre 30 e 60 microns.

Para aumentar a adesão entre o revestimento e o substrato de

20 alumínio, o alumínio pode ser limpo enxaguando com solvente orgânico e/ou por meio mecânico, tal como mediante jateamento de areia. A umidificação da superfície de alumínio também pode ser aumentada adicionando agentes de superfície à mistura de revestimento.

A cura da mistura é realizada a uma temperatura elevada, a

25 temperatura específica e cura sendo dependentes da composição do revestimento. O revestimento não curado pode ser trazido à temperatura de cura aquecendo em um forno, ou mediante qualquer outra fonte de aquecimento, tal como por infravermelho, ultrassônico, etc. O método preferido de cura, entretanto, compreende aquecer a própria superfície de

câmara de vapor. Desta maneira, o revestimento é curado da parte interna para a superfície externa do mesmo, o que tem um efeito benéfico sobre as propriedades do revestimento produzido. A superfície interna é a superfície mais próxima do substrato de alumínio, a superfície externa sendo a superfície mais distante do substrato de alumínio. Uma secagem/cura excessivamente rápida da composição de revestimento pode resultar em sinais de ebulição no revestimento curado. É preferível, portanto, pré-aquecer a placa antes de aplicação da composição de revestimento.

A invenção será explicada agora mais detalhadamente por meio da figura anexa, e por meio dos exemplos a seguir, sem, entretanto, estar limitada aos mesmos.

O ferro de passar a vapor mostrado na fig. 1 é composto de um alojamento 1 que é fechado no lado inferior por uma placa de alumínio 2 que é provida com uma fina camada de aço inoxidável na parte inferior 3. A placa é provida com nervuras verticais 4 no lado interno, sobre cujas nervuras uma placa de alumínio 5 é provida, de uma tal maneira que uma câmara de vapor 6 é formada entre a parte interna da placa 2 e a placa 5. A câmara de vapor 6 é vedada por uma borracha de silicone elástica 7. O ferro de passar a vapor compreende ainda um reservatório de água 8. Por meio de um mecanismo de bombeamento 9, a água proveniente do reservatório 8 pode ser pulverizada diretamente sobre as roupas a serem passadas. Por meio de um mecanismo de bombeamento 10, a água pode ser bombeada do reservatório 8 para a câmara de vapor 5, aumentando, desse modo, a saída de vapor. Esta água passa através de uma abertura existente na placa 5 para o fundo da câmara de vapor 6. O fundo da câmara de vapor 6 é provido de um revestimento hidrofílico de câmara de vapor 11. O revestimento hidrofílico 11 é fabricado e provido como descrito nos exemplos abaixo.

Em todos os exemplos, uma suspensão aquosa foi feita dos ingredientes indicados por mistura simples. As suspensões assim obtidas

foram aplicadas subsequentemente ao fundo da câmara de vapor 6 e depois espessadas. Desta maneira, é obtido um revestimento hidrofílico de câmara de vapor 11 (fig. 1). A aderência ao fundo de alumínio da câmara de vapor 6 é aumentada porque os íons ácidos  $H_2 PO_4^{2-}$  reagem com metais e óxidos até que sejam formados compostos insolúveis e estáveis que não reagem mais com água. Em fosfato de mono alumínio (sigla em inglês, MAP), a razão de Al a P é 1:3. O MAP disponível comercialmente pode diferir da quantidade de ácido fosfórico presente e daí da razão Al para P. Nestes exemplos, MAP de Sigma disponível comercialmente - Aldrich foi usado como um grau técnico de Alfa Aesar.

#### Exemplo I – influência da quantidade de boro

Neste conjunto de experimentos, foi analisada a influência da quantidade de boro na insolubilidade intrínseca e resistência a vaporização de MAP. Quantidades variadas de ácido bórico foram dissolvidas em MAP, como indicado na Tabela 1. Com conteúdo crescente de ácido bórico, uma quantidade crescente de água adicional foi necessária para dissolver o ácido bórico no MAP. Já em quantidades relativamente baixas de boro, foram observados benefícios de acordo com a invenção. O MAP puro quando aplicado sobre uma placa de alumínio e curado a 220°C mostrou degradação da camada de revestimento. Ao contrário, nenhuma desintegração ou dissolução de MAP modificado por boro foi observada para todos os conteúdos de boro.

Tabela 1 : Soluções Preparadas e Resultados

| MAP       | Ácido bórico | Água | Al | P | B    | Desintegração |
|-----------|--------------|------|----|---|------|---------------|
| 20 gramas | 0 grama      | -    |    |   |      | Sim           |
| 20 gramas | 0,5 grama    | 15   | 1  | 3 | 0,25 | Não           |
| 20 gramas | 1 grama      | 15   | 1  | 3 | 0,5  | Não           |
| 20 gramas | 1,5 gramas   | 15   | 1  | 3 | 0,75 | Não           |
| 20 gramas | 2,0 gramas   | 30   | 1  | 3 | 1    | Não           |

#### Exemplo II – Influência da Quantidade de Álcali

Neste conjunto de experimentos foi analisada a influência da quantidade de álcali sobre a solubilidade do revestimento. Como a

solubilidade de ácido bórico em MAP é limitada, foi usado álcali adicional para pré-dissolver o ácido bórico e adicionar a solução resultante ao MAP, daí que foi reduzida a quantidade de água adicional para dissolver o ácido bórico encurtados tempos de preparação. Nos experimentos, 2 gramas de ácido bórico foram misturados a certa quantidade de hidróxido alcalino (como indicado nas Tabelas 2 e 3) em 8 gramas de água. O ácido bórico dissolvido. Em alguns casos, o borato resultante precipitou-se novamente. A solução resultante ou lama foi adicionada a 20 gramas de MAP. Observou-se que algumas partículas de gel podem formar-se, mas estas se dissolvem novamente enquanto se mistura. Em quantidades mais altas de álcali, formou-se um gel. A solução de revestimento foi aplicada na câmara de vapor de um ferro de passar a vapor e curada a 220° C. A dissolução do revestimento foi testada a 220° C com gotejamento de água e verificado visualmente.

No caso de LiOH (Tabelas 2 e 3), uma clara faixa que poderia ser adicionada foi observada. Os experimentos foram realizados misturando-se 20 gramas de MAP com uma solução de 2 gramas de ácido bórico e 0.4 gramas de  $\text{LiOH} \cdot \text{H}_2\text{O}$  em 8 gramas de água. A mistura resultante era ligeiramente turva e de baixa viscosidade. A aplicação em uma câmara de vapor e subsequente secagem a 220°C resultou em boa vaporização. Abaixo de 0.4 grama, o ácido bórico não se dissolveu na água. Acima de 1 grama, o MAP se transformou em gel quando o borato foi adicionado. Sabe-se que o MAP é sensível a variações de pH. Em geral, adicionando uma base ao MAP resultará em precipitação de MAP. A quantidade de álcali que pode ser adicionada é dependente da quantidade de ácido fosfórico livre presente no MAP. Neste caso observou-se que o grau técnico usado de MAP poderia tomar uma quantidade mais alta de LiOH, presumivelmente devido à presença de quantidades maiores de ácido fosfórico. Em geral, é preferível usar o mínimo de álcali possível para pré-dissolver o ácido bórico.

Tabela 2: Soluções Preparadas e Resultados

| MAP (Aldrich) | B | LiOH.H <sub>2</sub> O | Al | B    | Li   | MAP/B | Dissolução |
|---------------|---|-----------------------|----|------|------|-------|------------|
| 20            | 2 | 0,39                  | 1  | 1,03 | 0,30 | +     | +          |
| 20            | 2 | 0,62                  | 1  | 1,03 | 0,47 | +     | +          |
| 20            | 2 | 0,80                  | 1  | 1,03 | 0,61 | +     | +          |
| 20            | 2 | 1,00                  | 1  | 1,03 | 0,76 | Gel   | NA         |
| 20            | 2 | 1,20                  | 1  | 1,03 | 0,91 | Gel   | NA         |

Tabela 3 : Soluções Preparadas e Resultados

| MAP (Tech) | B | LiOH.H <sub>2</sub> O | Al | B    | Li   | MAP/B | Dissolução |
|------------|---|-----------------------|----|------|------|-------|------------|
| 20         | 2 | 0,39                  | 1  | 1,03 | 0,30 | +     | +          |
| 20         | 2 | 0,59                  | 1  | 1,03 | 0,45 | +     | +          |
| 20         | 2 | 0,82                  | 1  | 1,03 | 0,62 | +     | +          |
| 20         | 2 | 1,02                  | 1  | 1,03 | 0,77 | +     | +          |
| 20         | 2 | 1,20                  | 1  | 1,03 | 0,91 | +     | +          |
| 20         | 2 | 1,45                  | 1  | 1,03 | 1,10 | Gel   | NA         |

Ao adicionar NaOH no lugar de LiOH (Tabela 4), foram encontrados resultados similares, embora a faixa fosse mais limitada. Nestes experimentos, 2 gramas de BOK foram dissolvidos em 8 gramas de água com 0. 4 gramas de NaOH. A solução foi misturada em 20 gramas de MAP (50%). A mistura resultante (Al: P: B: Na = 1 :3:1 :0.31) foi aplicada em uma câmara de vapor e secada a 220° C mediante aquecimento direto da placa. Boa vaporização foi observada sem a presença de flocos ou degradação de revestimento.

Tabela 4: Soluções Preparadas e Resultados

| MAP (Aldrich) | B | NaOH | Al | B    | Na   | MAP/B | Dissolução |
|---------------|---|------|----|------|------|-------|------------|
| 20            | 2 | 0,2  | 1  | 1,03 | 0,16 | NA    | NA         |
| 20            | 2 | 0,4  | 1  | 1,03 | 0,32 | +     | +          |
| 20            | 2 | 0,6  | 1  | 1,03 | 0,48 | -     | NA         |
| 20            | 2 | 0,8  | 1  | 1,03 | 0,64 | -     | NA         |
| 20            | 2 | 1,0  | 1  | 1,03 | 0,79 | -     | NA         |

Tabela 5: Soluções Preparadas e Resultados

| MAP (Tech) | B | NaOH | Al | B    | Na   | MAP/B | Dissolução |
|------------|---|------|----|------|------|-------|------------|
| 20         | 2 | 0,2  | 1  | 1,03 | 0,16 | Na    | Na         |
| 20         | 2 | 0,4  | 1  | 1,03 | 0,32 | +     | +          |
| 20         | 2 | 0,6  | 1  | 1,03 | 0,48 | +     | +          |
| 20         | 2 | 0,8  | 1  | 1,03 | 0,64 | +     | +          |
| 20         | 2 | 1,0  | 1  | 1,03 | 0,79 | +     | +          |
| 20         | 2 | 1,2  | 1  | 1,03 | 0,95 | +     | +          |
| 20         | 2 | 1,4  | 1  | 1,03 | 1,11 | Gel   | NA         |

No caso de hidróxido de potássio ser adicionado à solução (Tabelas 6 e 7), a sensibilidade a gelificação era tão alta para obter-se soluções manipuláveis. Com uma quantidade equimolar de KOH, o borato se precipita. O borato precipitado foi adicionado ao MAP, formando algumas partículas gelatinosas que se dissolveu lentamente novamente. A resistência da camada resultante foi menor do que o borofosfato de alumínio modificado por lítio. Abaixo de 1 grama de KOH, o ácido bórico não se dissolveu completamente. Acima disso, o MAP mostrou gelificação logo após adição do borato.

10 Tabela 6: Soluções Preparadas e Resultados

| MAP (Aldrich) | B | KOH  | Al | B    | K    | MAP/B | Dissolução |
|---------------|---|------|----|------|------|-------|------------|
| 20            | 2 | 0,19 | 1  | 1,03 | 0,11 | NA    | NA         |
| 20            | 2 | 0,41 | 1  | 1,03 | 0,23 | NA    | NA         |
| 20            | 2 | 0,60 | 1  | 1,03 | 0,34 | NA    | NA         |
| 20            | 2 | 0,77 | 1  | 1,03 | 0,44 | NA    | NA         |
| 20            | 2 | 1,00 | 1  | 1,03 | 0,57 | Gel   | NA         |
| 20            | 2 | 1,23 | 1  | 1,03 | 1,70 | Gel   | NA         |
| 20            | 2 | 1,39 | 1  | 1,03 | 1,79 | Gel   | NA         |
| 20            | 2 | 1,60 | 1  | 1,03 | 1,91 | Gel   | NA         |

Tabela 7: Soluções Preparadas e Resultados

| MAP (Tech) | B | KOH  | Al | B    | K    | MAP/B | Dissolução |
|------------|---|------|----|------|------|-------|------------|
| 20         | 2 | 1,00 | 1  | 1,03 | 0,57 | Gel   | NA         |
| 20         | 2 | 1,23 | 1  | 1,03 | 0,70 | Gel   | NA         |
| 20         | 2 | 1,39 | 1  | 1,03 | 0,79 | Gel   | NA         |

De acordo com a invenção, a quantidade de ácido bórico que pode ser adicionada não está limitada a uma razão de Al para B de 1 : 1. É possível adição de quantidades maiores de ácido bórico, mas acarreta uma necessidade de quantidades maiores de álcali para se obter o ácido bórico dissolvido de uma maneira prática.

### Exemplo III - influência de enchimentos

Um aumento adicional da resistência mecânica pode ser atingido suprindo as misturas de borofosfato com, por exemplo, sílica ou alumina. Também outros enchimentos podem ser empregados de acordo com prática geral na indústria de revestimento. Adição de enchimentos também é

benéfica para melhoramento do comportamento de vaporização da camada de revestimento conforme aplicada. Nestes experimentos, foi usada sílica coloidal. Elas estão disponíveis comercialmente, por exemplo, sob a marca comercial Ludox ou Bindzil. Por razões de compatibilidade, é preferível que a sílica seja carregada positivamente. Um exemplo é Ludox-Cl, uma sílica com uma superfície, modificada com átomos de alumínio. A adição de, por exemplo, Ludox AS40, que é sílica carregada negativamente, geralmente é menos benéfica.

Em um exemplo, 20 gramas de MAP foram misturados com uma solução de 2 gramas de ácido bórico e 0.4 gramas de  $\text{LiOH} \cdot \text{H}_2\text{O}$  em 8 gramas de água. A mistura resultante era ligeiramente turva e de baixa viscosidade. Quatro gramas de Ludox-Cl foram lentamente adicionados enquanto se misturava, aumentando assim um pouco a viscosidade. A aplicação em uma câmara de vapor e subsequente secagem a  $220^\circ\text{C}$  resultou em um revestimento com boas propriedades de vaporização e resistência mecânica melhorada.

Em um exemplo comparativo, 4 gramas de Ludox-CL foram adicionados a 20 gramas de MAP. A solução translúcida foi adicionada a uma câmara de vapor e subsequentemente curada mediante aquecimento direto da placa. A integridade do revestimento pareceu ser pobre em comparação com o desempenho de vaporização.

Sílicas mais grossas, como Syloid C809 (Grace) ou alumina AIu-C da empresa Degussa também podem ser usadas com vantagens. Em um exemplo, 20 gramas de MAP foram misturados com uma solução de 2 gramas de ácido bórico e 0.4 gramas de  $\text{LiOH} \cdot \text{H}_2\text{O}$  em 8 gramas de água. A mistura resultante era ligeiramente turva e de baixa viscosidade. A adição de uma dispersão de 2.8 gramas de Syloid C809 em 15 gramas de água resulta em uma solução translúcida. A aplicação em uma câmara de vapor e subsequente

secagem a 220°C resultou em um revestimento com boas propriedades de vaporização e resistência mecânica melhorada.

Em um exemplo comparativo, 2.8 gramas de Syloid C809 (sílica de fácil dispersão da Grace) foram dispersados em 15 gramas de água.

5 A dispersão foi adicionada a 20 gramas de uma solução de 50% de MAP em água. O material de baixa viscosidade foi aplicado em uma câmara de vapor e curado mediante aquecimento direto da placa. O material mostrou-se apresentou ocorrência de flocos durante vaporização.

Em outro exemplo de acordo com a invenção, uma quantidade  
10 de 20 gramas de MAP foi misturada com uma solução de 2 gramas de ácido bórico e 0.4 gramas de  $\text{LiOH} \cdot \text{H}_2\text{O}$  em 8 gramas de água. A mistura resultante era ligeiramente turva e tinha uma viscosidade relativamente baixa. A esta mistura, 9.7 gramas de Aerodisp W630 (dispersão de alumina em água da empresa Degussa) foram lentamente adicionados enquanto se misturava. A  
15 aplicação da composição de revestimento em uma câmara de vapor e subsequente secagem a 220°C resultou em um revestimento apresentando bom comportamento de vaporização e boa resistência mecânica.

A adição de silanos hidrolisados também foi usada para aumentar resistência mecânica. Tetra etoxisilano (TEOS), por exemplo, pode  
20 ser hidrolisado com água sob condições acídicas, formando formalmente  $\text{Si}(\text{OH})_4$ . A adição ao borofosfato de alumínio em pequenas quantidades aumenta a resistência mecânica. Quantidades maiores podem causar gelificação do revestimento material.

Em um exemplo, 20 gramas de MAP foram misturados com  
25 uma solução de 2 gramas de ácido bórico e 0.4 gramas de NaOH em 8 gramas de água. Uma quantidade de 1.6 gramas de TEOS, 1.8 gramas de álcool, 0.82 gramas de  $\text{H}_2\text{O}$  e 0.014 gramas de ácido maleico foram misturados e deixados por 30 minutos para completar hidrólise. A mistura hidrolisada foi misturada no borofosfato, provocando precipitação (quantidades relativas de Al: P: B:

Na: Si = 1 : 3: 1 :0.31: 0.25). Adicionando apenas metade da quantidade de TEOS hidrolisado trouxe alguma turbidez à solução. A tabela 8 mostra a influência da quantidade de TEOS (Si) sobre as propriedades.

**Tabela 8: Soluções Preparadas e Resultados**

| A1 | P | B | Na   | Si   | Solução           | Vapor | Revestimento          |
|----|---|---|------|------|-------------------|-------|-----------------------|
| 1  | 3 | 1 | 0,31 | 0,06 | Translúcida       | ++    | Integridade aumentada |
| 1  | 3 | 1 | 0,31 | 0,12 | Viscosa (túrbida) | ++    | Integridade aumentada |
| 1  | 3 | 1 | 0,31 | 0,25 | Precipitação      |       |                       |

5 A composição de revestimentos de acordo com a invenção também pode ser usada para sistema de ferros com uma câmara de vapor separada conectada ao ferro por uma mangueira. A invenção refere-se a um dispositivo gerador de vapor, compreendendo uma câmara de vapor provida com um revestimento hidrofílico. O revestimento hidrofílico compreende um

10 composto de ácido fosfórico e boro, preferencialmente um sal de boro com um elemento metálico. O revestimento promove vaporização e é resistente a formação de flocos. A invenção também se refere a um método para produzir o revestimento hidrofílico na câmara de vapor de um dispositivo gerador de vapor, e a um ferro de passar compreendendo o dispositivo gerador de vapor.

## REIVINDICAÇÕES

1. Dispositivo gerador de vapor, compreendendo uma câmara de vapor provida com um revestimento hidrofílico compreendendo um composto de ácido fosfórico, caracterizado pelo revestimento compreender boro.

2. Dispositivo gerador de vapor, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo revestimento compreender um sal de boro com um elemento metálico.

3. Dispositivo gerador de vapor, de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo elemento metálico ser um elemento de metal alcalino.

4. Dispositivo gerador de vapor, de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo elemento de metal alcalino ser lítio e/ou sódio.

5. Dispositivo gerador de vapor, de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo revestimento hidrofílico compreender um composto de fosfato de alumínio.

6. Dispositivo gerador de vapor, de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo composto de fosfato de alumínio ser  $\text{Al}(\text{H}_2\text{PO}_4)_3$ .

7. Dispositivo gerador de vapor, de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado por uma quantidade do sal de boro com um elemento metálico no revestimento promotor de vapor ficar preferencialmente entre 1 e 40% em peso da composição total do revestimento seco.

8. Dispositivo gerador de vapor, de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo revestimento hidrofílico compreender partículas de sílica.

9. Dispositivo gerador de vapor, de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo revestimento hidrofílico compreender partículas de alumina.

5 10. Método para produzir um revestimento hidrofílico na câmara de vapor de um dispositivo gerador de vapor, caracterizado por compreender preparar uma mistura de um composto de ácido fosfórico e um sal de boro com um elemento metálico, introduzir a mistura na câmara de vapor e curar a mistura a uma temperatura elevada para formar um revestimento hidrofílico.

10 11. Método, de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pela mistura ser trazida à temperatura elevada aquecendo a superfície de câmara de vapor.

15 12. Ferro de passar a vapor, caracterizado por compreender um dispositivo gerador de vapor, conforme definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 9.

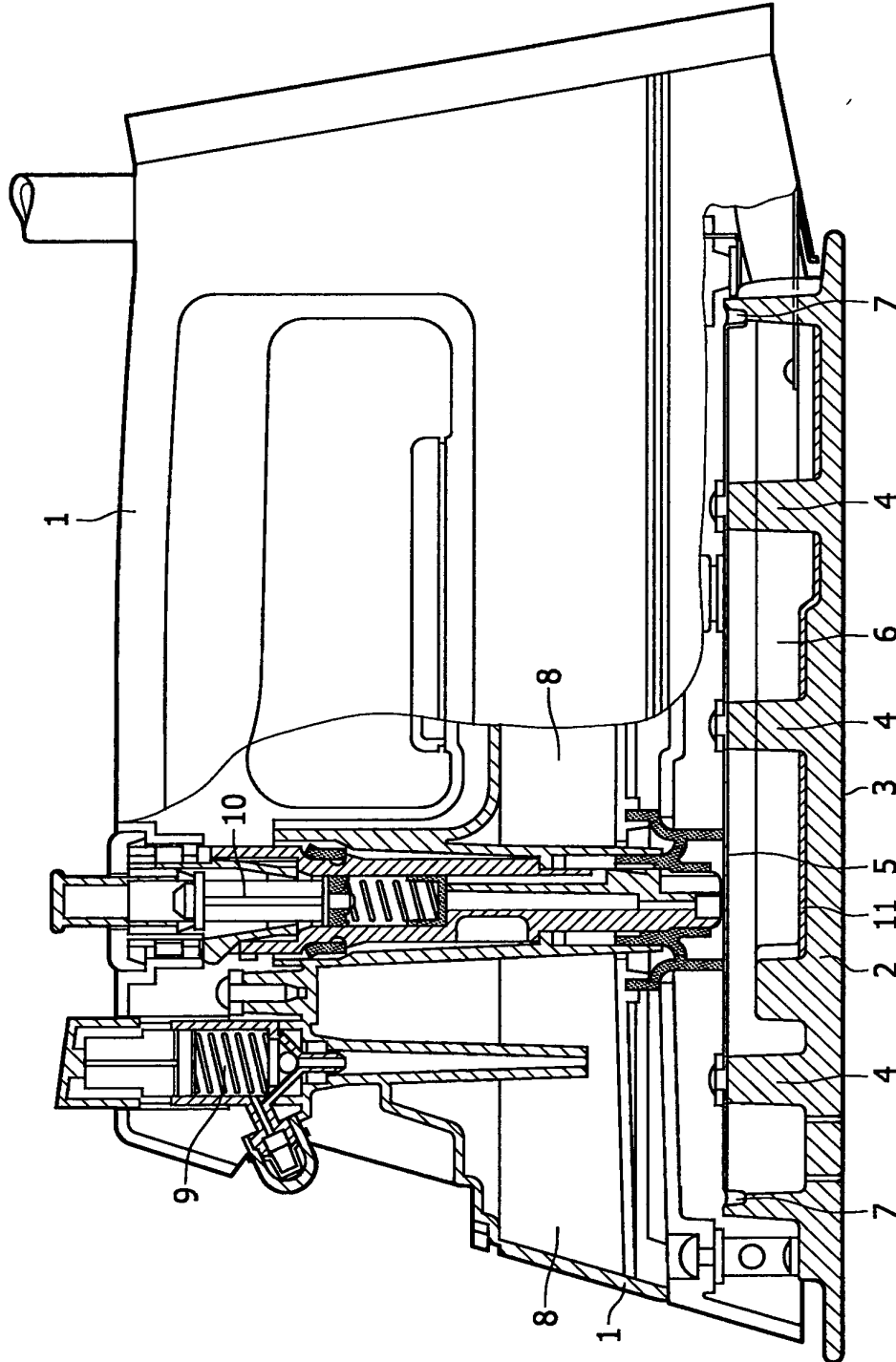


FIG. 1