



**República Federativa do Brasil**

Ministério do Desenvolvimento, Indústria,  
Comércio e Serviços

Instituto Nacional da Propriedade Industrial



**(11) BR 112019022425-4 B1**

**(22) Data do Depósito:** 22/03/2018

**(45) Data de Concessão:** 14/02/2023

---

**(54) Título:** MÉTODO PARA O TRATAMENTO DE SUPERFÍCIE DE CILINDRO YANKEE DE AÇO

**(51) Int.Cl.:** C21D 9/08; C21D 1/09; D21F 5/02.

**(30) Prioridade Unionista:** 01/06/2017 AT A50458/2017.

**(73) Titular(es):** ANDRITZ AG.

**(72) Inventor(es):** YASSAR GHANIMI; MICHAEL JESSE.

**(86) Pedido PCT:** PCT EP2018057261 de 22/03/2018

**(87) Publicação PCT:** WO 2018/219516 de 06/12/2018

**(85) Data do Início da Fase Nacional:** 25/10/2019

**(57) Resumo:** A presente invenção refere-se a um método para o tratamento de um cilindro Yankee, em que o cilindro Yankee tem um invólucro do cilindro feito de aço que tem uma estrutura ferrítica-perlítica (aços produzidos a partir de aços ASME SA516, ASME SA36 e AD2000 W1, 2.1 a 2.4). De acordo com a invenção, a superfície externa do invólucro do cilindro é tratada termicamente ao usar um feixe laser e curada pelo mesmo.

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "**MÉTODO PARA O TRATAMENTO DE SUPERFÍCIE DE CILINDRO YANKEE DE AÇO**".

[001] A presente invenção refere-se a um método para o tratamento de um cilindro Yankee, em que o cilindro Yankee tem um invólucro do cilindro feito de aço com uma estrutura ferrítica-perlítica.

[002] Na produção de redes ou tecido de papel, os chamados cilindros Yankee são normalmente usados no processo de secagem.

[003] Os cilindros Yankee têm geralmente um diâmetro muito grande. Eles são aquecidos com vapor do interior e difíceis de manufaturar porque há requisitos muito estritos a serem satisfeitos em relação às pressões internas, à impermeabilidade e aos diâmetros grandes.

[004] Os cilindros Yankee padrão, por exemplo, têm as dimensões a seguir:

[005] Diâmetro do cilindro: 2.000 mm a 6.500 mm

[006] Diâmetro do eixo oco: 1.000 mm até 2.500 mm

[007] Comprimento do cilindro: 3.000 mm a 8.500 mm

[008] Massa do cilindro: 35 t a 180 t

[009] No processo de secagem para uma rede de polpa, uma lâmina de aplicação é apoiada sobre a superfície circunferencial externa do cilindro Yankee e raspa a rede de polpa seca para fora da superfície do cilindro Yankee. Não é inconcebível que o material é removido da superfície do cilindro devido ao fato que a lâmina de aplicação possivelmente entra em contato com a superfície do cilindro Yankee. A fim de reduzir essa erosão do material, a superfície do cilindro Yankee é normalmente revestida com uma camada de material duro. O documento de patente EP 2 474 665 A1, por exemplo, descreve um cilindro Yankee que é revestido com uma camada de material duro apropriada.

[0010] No passado, os cilindros Yankee eram feitos predominantemente de ferro fundido, no entanto, os cilindros Yankee feitos de aço também são conhecidos a partir da patente norte-americana U.S. 4.196.689 e do documento de patente WO 2008/105005 A1.

[0011] Os cilindros Yankee feitos de aço exibem um melhor desempenho de secagem em relação aos cilindros moldados, uma vez que o aço tem uma melhor condutividade térmica.

[0012] No entanto, uma vez que o aço (dureza de 140 Brinell) não é tão duro quanto o material fundido (dureza de 240 Brinell), os cilindros Yankees de aço são revestidos termicamente com uma camada de proteção contra o desgaste. Nesse processo, um fio é derretido e aspergido sobre a superfície do cilindro Yankee; o revestimento termicamente aspergido produzido é muito mais duro do que o aço.

[0013] As camadas aspergidas têm cerca de 0,75 mm de espessura. No entanto, este tipo do tratamento de superfície envolve um esforço considerável porque a superfície cilíndrica tem que ser lixada antes do revestimento e então esmerilhada e polida após o revestimento térmico. Também há um risco de lascamento do revestimento.

[0014] No entanto, a desvantagem principal deste revestimento que é aspergido em um processo térmico é a sua condutividade térmica relativamente baixa. A condutividade térmica de uma camada aspergida fica apenas em uma faixa de 3 a 7 W/mK. Em comparação, o invólucro de aço de um cilindro Yankee tem uma condutividade térmica de até 45 W/mK.

[0015] O documento de patente DE 10 2012 104 464 A1 descreve um cilindro Yankee no qual o acabamento da superfície é executado por meio de tratamento a laser.

[0016] O objetivo da invenção consiste na provisão de um método

para o tratamento da superfície de um cilindro Yankee de aço que produz a camada de superfície mais dura possível com elevada condutividade térmica.

[0017] Esta tarefa é concretizada com um método tal como descrito na reivindicação 1.

[0018] De acordo com a invenção, a superfície externa do invólucro do cilindro é tratada termicamente com um feixe laser e é desse modo endurecida.

[0019] Neste processo, um feixe laser move-se sobre toda a superfície externa do invólucro do cilindro Yankee, o qual é desse modo aquecido e endurecido.

[0020] De acordo com a invenção, a superfície do cilindro Yankee é aquecida momentaneamente pelo feixe laser até uma temperatura entre 800°C e 900°C, onde o resfriamento subsequente da camada austenítica permanece abaixo da velocidade de resfriamento crítica mais baixa, cuja resultante é que a formação de martensita é impedida.

[0021] Um cilindro Yankee de aço endurecido de acordo com a invenção tem desse modo 7% mais transferência de calor e permite um aumento de 5% na produção em comparação aos cilindros Yankee convencionalmente revestidos feitos de aço.

[0022] A camada de superfície endurecida tem entre 0,3 e 1,5 mm de espessura.

[0023] O endurecimento com feixe laser convencional é o endurecimento com conversão no qual o aço ferrítico-perlítico é aquecido muito rapidamente (a cerca de 1.000 K/s) até uma temperatura à qual a estrutura da retícula é convertida em uma austenita fina. As lamelas de cementita na perlita são dissolvidas, e o carbono liberado se difunde no interior do grão de austenita. Quando o feixe laser se afasta, o material esfria outra vez rapidamente em consequência do autorresfriamento brusco e a estrutura da retícula é transformada mais

uma vez. Em um processo convencional para o endurecimento com laser, o processo de resfriamento extremamente rápido suprime a difusão do carbono, o qual é dissolvido uniformemente na austenita. Isto impede a formação da microestrutura ferrítica-perlítica, e ao invés disto é formada martensita dura. A martensita é de fato muito dura, no entanto, a formação de martensita na superfície do cilindro Yankee deve ser uma desvantagem. A martensita favorece a formação de microfissuras, o que pode encurtar a vida útil do cilindro de aço de modo substancial.

[0024] No método de acordo com a invenção não há nenhuma mudança na estrutura, mas somente no refino do grão, resultando em um endurecimento de grão fino. A estrutura ferrítica-perlítica permanece intacta, e a formação de martensita é impedida. O resfriamento da camada austenítica deve permanecer abaixo da velocidade de resfriamento crítica mais baixa neste caso. A martensita começa ainda a se formar à velocidade de resfriamento crítica mais baixa.

[0025] É vantajoso se os aços de acordo com as normas ASME SA516, ASME SA36 e AD2000 W1, 2.1 a 2.4, forem usados como material básico para o invólucro do cilindro. Por exemplo, P355NH (norma DIN EN 10028-3) é apropriado como material básico. Este aço estrutural de grãos finos caracteriza um limite de escoamento mínimo de 275 a 460 Mpa, bem como uma boa soldabilidade e resistência à fenda de fragilidade. Em consequência do endurecimento com feixe laser, uma dureza de até 400 Brinell pode ser obtida se os métodos convencionais forem usados para o endurecimento. Este novo método busca atingir uma dureza máxima de 320 Brinell, com uma excelente condutividade térmica excelente na região de 45 W/mK.

[0026] Em comparação, os cilindros fundidos têm uma dureza entre 230 e 280 Brinell.

[0027] Um laser de diodo ou um laser de CO<sub>2</sub> de alta potência é de

preferência usado para o tratamento térmico de modo que taxas de aquecimento  $> 1.000^{\circ}\text{C/s}$  sejam atingidas.

[0028] O feixe laser também pode ser usado para criar um padrão na superfície do cilindro que pode facilitar a formação de uma película de revestimento químico. Várias tarefas adicionais podem ser executadas com o revestimento químico (aderência da rede de polpa à superfície cilíndrica, o desprendimento da rede de polpa no final do processo de secagem, influenciando as propriedades do tecido produzido). Por exemplo, um grande número de recortes distribuídos uniformemente sobre a superfície do invólucro pode ser queimado na superfície a fim de tornar a mesma porosa.

[0029] A superfície do cilindro Yankee é de preferência polida após o tratamento térmico. Normalmente, não é mais necessário esmerilhar a superfície.

[0030] A fim de encurtar a duração do tratamento, também é possível tratar simultaneamente a superfície externa do invólucro do cilindro com vários feixes laser.

[0031] O método de acordo com a invenção é descrito nos exemplos práticos a seguir.

[0032] O cilindro Yankee em grande parte usinado com acabamento é de preferência preso horizontalmente, permitindo que os munhões do eixo girem. Um ou vários feixes laser tratam termicamente a superfície do invólucro. O cilindro Yankee é girado lentamente durante esse processo, de modo que o feixe laser faça a varredura de toda a área da circunferência. A superfície inteira do invólucro do cilindro pode ser tratada termicamente ao mover o laser na direção axial (paralela ao eixo do cilindro Yankee).

[0033] Se vários lasers forem usados, o tempo do processo pode ser encurtado. O processo de tratamento pode ser executado com um laser de diodo de alta potência que gera um poderoso feixe laser de

elevada energia.

[0034] Isto provê o aquecimento parcial do componente muito rapidamente ( $> 1.000^{\circ}\text{C/s}$ ). Isso é seguido pelo autorresfriamento brusco devido à dissipação de calor para o interior do componente e para a área circunvizinha. Em consequência disto, uma trilha endurecida é formada com uma microestrutura de grãos finos. Desse modo, não há nenhuma necessidade de recozer o cilindro Yankee.

[0035] O cilindro Yankee é então polido após o tratamento térmico, no entanto, também é concebível que o processo de polimento pode ser omitido.

[0036] Além disso, é concebível que o cilindro Yankee seja tratado termicamente diretamente em seu lugar da instalação sem ser desmontado. Desta maneira, os cilindros Yankee já em uso podem ser endurecidos subsequentemente.

## REIVINDICAÇÕES

1. Método para o tratamento de um cilindro Yankee, no qual o cilindro Yankee tem um invólucro do cilindro feito de aço com uma estrutura ferrítica-perlítica, em que a superfície externa do invólucro do cilindro é tratada termicamente com um feixe laser e desse modo endurecida, **caracterizado pelo fato de** que a superfície é aquecida pelo feixe laser até uma temperatura entre 800°C e 900°C e o resfriamento da camada austenítica permanece abaixo da velocidade de resfriamento crítica mais baixa de modo que a formação da martensita é impedida, onde a estrutura ferrítica-perlítica é retida em grande parte.

2. Método para o tratamento de um cilindro Yankee de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de** que um aço estrutural de grãos finos soldável do grau P355NH é usado para o invólucro de aço do cilindro.

3. Método para o tratamento de um cilindro Yankee de acordo com a reivindicação 1 ou 2, **caracterizado pelo fato de** que o tratamento térmico é executado com o auxílio de um diodo ou um laser de CO<sub>2</sub>.

4. Método para o tratamento de um cilindro Yankee de acordo com a reivindicação 3, **caracterizado pelo fato de** que um grande número de recortes é queimado na superfície pelo feixe laser, e distribuídos uniformemente sobre a superfície do invólucro de modo que uma superfície porosa é criada como um resultado.

5. Método para o tratamento de um cilindro Yankee de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, **caracterizado pelo fato de** que a superfície do cilindro Yankee é polida após o tratamento térmico.

6. Método para o tratamento de um cilindro Yankee de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, **caracterizado pelo**

**fato de** que a superfície externa do invólucro do cilindro é tratada termicamente por vários feixes laser simultaneamente.