

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

(21) **PI0619690-0 A2**

(22) Data de Depósito: 31/10/2006
(43) Data da Publicação: 11/10/2011
(RPI 2127)



(51) *Int.Cl.:*

C21D 1/20
C21D 1/607
C21D 1/63
C21D 9/56
C21D 9/573
C21D 9/58
C21D 1/25
C21D 8/02
C21D 8/04

(54) **Título:** PROCESSO E DISPOSITIVO PARA A FORMAÇÃO CONTÍNUA DE UMA ESTRUTURA DE BAINITA EM AÇO DE CARBONO, ESPECIALMENTE EM FITA DE AÇO

(30) **Prioridade Unionista:** 10/11/2005 DE 10 2005 054 014.7

(73) **Titular(es):** C.D. Wälzholz-Brockhaus GmbH, Ebner Industrieofenbau GmbH

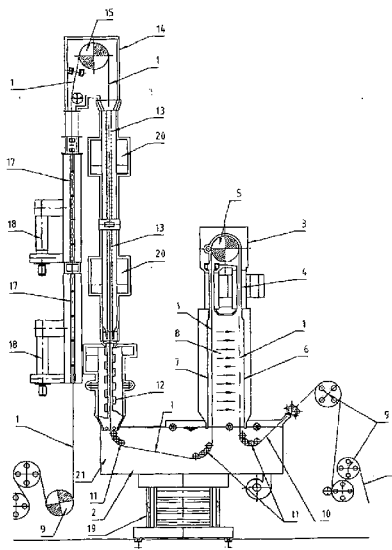
(72) **Inventor(es):** Hans-Toni Junius, Heinz Höfinghoff, Heribert Lochner, Michael Hellmann, Peter Ebner, Werner Kaiser

(74) **Procurador(es):** Advocacia Pietro Ariboni S/C

(86) **Pedido Internacional:** PCT DE2006001925 de 31/10/2006

(87) **Publicação Internacional:** WO 2007/054063de 18/05/2007

(57) **Resumo:** PROCESSO E DISPOSITIVO PARA A FORMAÇÃO CONTÍNUA DE UMA ESTRUTURA DE BAINITA EM AÇO DE CARBONO, ESPECIALMENTE EM FITA DE AÇO. A presente invenção refere-se a um processo para a formação contínua de uma estrutura de bainita em um aço de carbono, especialmente em uma fita de aço, com os passos: Austenitização do aço de carbono (1) a uma temperatura superior à temperatura de austenitização; introdução do aço de carbono (1) austenitizado em um banho (2) com um líquido de têmpera (21) para o resfriamento do aço de carbono (1) até uma temperatura inferior à temperatura de austenitização; ajuste do aço de carbono (1) à temperatura de transformação para bainita; manutenção (13) do aço de carbono (1) durante um período nessa temperatura de transformação, e resfriamento (17) seguinte do aço de carbono. Este processo é aperfeiçoado pelo fato de que o aço de carbono (1), depois da austenitização, atravessa um banho (2) com um líquido de têmpera (21) durante tanto tempo, até que uma percentagem definível da estrutura de bainita na estrutura total do aço de carbono (1) tenha se formado no banho (2) com o líquido de têmpera (21); na saída do aço de carbono (1) do banho (2), os resíduos do líquido de têmpera (21) na superfície do aço de carbono (1) são removidos do aço de carbono (1) por meio de sopro, e em seguida acontece a transformação das partes restantes da estrutura do aço de carbono (1) em bainita em uma estação de têmpera isotérmica (13), sem qualquer mudança de direção do aço de carbono (1) durante a passagem através da estação de têmpera isotérmica (13).





PI0619690-0

1/15

Processo e dispositivo para a formação contínua de uma estrutura de bainita em aço de carbono, especialmente em fita de aço.

A presente invenção refere-se a um processo para a formação contínua de uma estrutura de bainita em um aço de carbono, especialmente em uma fita de aço, de acordo com o preâmbulo da reivindicação 1, e ao respectivo dispositivo de acordo com a reivindicação 24.

O beneficiamento de aço de carbono e especialmente de fita de aço em processo contínuo é um processo freqüentemente praticado para influenciar as propriedades de resistência da fita de aço. Nisso, nos respectivos equipamentos contínuos, primeiro o aço é endurecido por meio de aquecimento e seguinte esfriamento e depois, através de temperar com esfriamento seguinte, alterado quanto à sua tenacidade. Nisso, o calor necessário para o beneficiamento tanto no endurecimento como também na têmpera pode ser introduzido na fita de aço de diferentes maneiras, por exemplo, através de processos indutivos, processos condutivos ou também pela passagem da fita de aço por banhos quentes ou chamas de gás. Nisso é essencial para as propriedades de material ajustadas da fita de aço a maneira como o calor foi introduzido na fita de aço e como foi dissipado da fita de aço durante o esfriamento. Em virtude das modificações de estrutura e da velocidade dos processos de aquecimento e de esfriamento e dos tempos de parada intermediários a temperaturas e estruturas estáveis, resultam muitas possibilidades diferentes para influenciar as propriedades do material da fita de aço. Como material para tal fita de aço freqüentemente são usados aços de carbono.

Uma estrutura especialmente preferida no beneficiamento de aços de carbono é a chamada bainita. A estrutura de bainita possui propriedades muito boas visando a capacidade de ser processada das peças a serem trabalhadas com tal estrutura de bainita e tem uma demanda para um grande número de aplicações industriais, especialmente também como material de chapa relativamente fino ou semelhantes. A produção de tal estrutura de bainita precisa ser observada muito atentamente no que se refere à observação dos parâmetros de processamento, a fim de providenciar a estrutura desejada não apenas parcialmente, e sim em toda a estrutura de tal aço de carbono. Dessa forma, especialmente a produção de uma estrutura de bainita pura é um processo dispendioso do ponto de vista da metalografia e também suscetível a falhas. No caso é de suma importância que depois da austenitização do aço de carbono seja garantido a formação da estrutura de bainita sob observação exata de condições isotérmicas, para que não se mantenham no aço de carbono outros componentes de estrutura que prejudicam a estrutura de bainita. Um destino de uso simples e que coloca poucas exigências à qualidade da estrutura de bainita é a produção de fita de embalagem.

Para a produção de diversas estruturas de bainita, a princípio, são conhecidos diversos equipamentos de produção, dependendo da qualidade exigida da bainita, e, portanto, diversos procedimentos de processo. Da patente US 6 632 301 B2, por exemplo, é conhecido, depois de uma austenitização, passar uma fita de aço por um banho da massa fundida de metal para fins de têmpera e depois da passagem da fita de aço através do banho de metal, limpar a fita de resíduos do banho de metal pelo menos na maior parte, quando para essa finalidade a fita é guiada e desviada em forma de meandro em uma câmara onde ocorre a transformação isotérmica do aço de carbono para a estrutura de bainita. A desvantagem desse modo de procedimento é que através do enrolamento freqüente do aço de carbono na unidade de transformação isotérmica as propriedades do aço de carbono no que se refere á formação de bainita deterioram e também a superfície plana de tais fitas é prejudicada.

Outros processos para a produção de uma estrutura de bainita são conhecidos que executam a transformação completa do aço de carbono em um banho de metal ou semelhante, fazendo com que o comprimento de passagem e, por conseguinte, o próprio banho de metal, precisam ter dimensões muito grandes e assim causam altos custos fixos por exemplo, para o enchimento de metal ou de sal, e problemas na dilatação por temperatura desse banho de sal.

A presente invenção tem a tarefa de sugerir um processo e um equipamento apropriado para a execução desse processo com o qual a produção de uma estrutura de bainita de alta qualidade em um aço de carbono pode ser executada com grande precisão e as propriedades da estrutura de bainita podem ser observadas muito uniformemente.

A solução da tarefa da presente invenção, referente ao processo, resulta das características da reivindicação 1, referente ao equipamento para a execução do processo, resulta das características da reivindicação 24, respectivamente em conjunto com as características do respectivo preâmbulo. Outras realizações vantajosas da presente invenção resultam das sub-reivindicações.

A presente invenção, de acordo com a reivindicação 1, baseia-se em um processo para a formação contínua de uma estrutura de bainita em um aço de carbono, especialmente em uma fita de aço, onde em um primeiro passo é executada uma austenitização do aço de carbono a uma temperatura acima da temperatura de austenitização, depois ocorre a introdução do aço de carbono austenitizado em um banho com um líquido de têmpera para o resfriamento do aço de carbono até uma temperatura inferior à temperatura de austenitização, o aço de carbono é regulado para a temperatura de transformação para bainita e depois o aço de carbono é mantido durante um período nesta temperatura de transformação, e depois segue um resfriamento do aço de carbono. Tal processo do gênero é aperfeiçoado pelo fato de que

o aço de carbono depois da austenitização passa por um banho com uma pequena quantidade do líquido de têmpera, e fica durante tanto tempo em contato com o líquido de têmpera até que se formou uma fração definível da estrutura de bainita em relação à estrutura total do aço de carbono no banho com o líquido de têmpera, na saída do aço de carbono do banho resíduos do líquido de têmpera são removidos da superfície do aço de carbono por meio da ação de um gás, e em seguida ocorre a transformação das partes restantes da estrutura do aço de carbono em bainita em uma estação de têmpera isotérmica conectada em série, na temperatura de transformação para bainita, sem qualquer mudança de direção do aço de carbono na passagem pela estação de têmpera isotérmica, durante tanto tempo, até que a estrutura de bainita seja formada completamente dentro do aço de carbono.

A divisão da formação da estrutura de bainita do aço de carbono em duas seqüências sucessivas, por um lado, o líquido de têmpera, e por outro lado, a estação de têmpera isotérmica, traz a vantagem de que o banho com o líquido de têmpera pode ser mantido com um volume relativamente pequeno e apenas uma parte da transformação da bainita precisa acontecer nesse banho. Ao mesmo tempo também o comprimento de passagem através da estação de têmpera isotérmica pode ser minimizada, uma vez que uma parte da transformação já ocorre no banho com o líquido de têmpera, e com isso evita-se um desvio múltiplo de outro modo necessário do aço de carbono dentro da estação de têmpera isotérmica. Dessa forma podem ser evitados, sobretudo, prejuízo da posição plana de um aço de carbono executado como fita de aço que nos processos conhecidos para a produção do aço de carbono não podem ser evitados. A alteração das frações na formação de bainita no banho e na estação de têmpera isotérmica oferece também muitas possibilidades de influenciar a formação de bainita e com isso também poder produzir qualidades diferentes do aço de carbono. Para esta finalidade podem ser alteradas particularmente a temperatura do banho e a temperatura na estação de têmpera isotérmica ou o tempo de passagem do aço de carbono através desses dois segmentos da formação de bainita.

Também é de importância essencial se na área da transição do banho com o líquido de têmpera para a estação de têmpera isotérmica seja efetuada uma retirada de resíduos do líquido de têmpera da superfície do aço de carbono por meio da ação de um gás. Essa remoção de resíduos do líquido de têmpera da superfície do aço de carbono feita sem contato por meio de gás é de grande importância para o processamento posterior do aço de carbono em forma de fita de aço na estação de têmpera isotérmica, por um lado, mas também, por outro lado, nas estações seguintes, uma vez que cada arrastamento do líquido de têmpera pode trazer prejuízo para a superfície do aço de carbono pelo fato de que o líquido de têmpera se deposita no aço de carbono ou o efeito de outras substâncias aplicadas externamente sobre o aço de

carbono se modifica. Isso também evita que líquido de têmpera demais seja retirado do banho, tornando necessária uma permanente complementação do banho com o líquido de têmpera, o que causaria custos desnecessários. O uso de gases para a retirada desses resíduos do líquido de têmpera fornece uma possibilidade suave e exatamente controlável para a retirada de tais resíduos o que também impede um prejuízo mecânico na superfície do aço de carbono.

Para a qualidade do aço de carbono produzido também é importante que uma mudança de direção do aço de carbono na estação de têmpera isotérmica é impedida durante tanto tempo até que a estrutura de bainita dentro do aço de carbono se tenha formada completamente, já que cada mudança de direção ou outro esforço mecânico de uma estrutura de bainita em formação tem efeitos negativos sobre a qualidade ou a quantidade da estrutura de bainita formada, de modo que cada tipo de desvio ou outro esforço deveria ser evitado durante a passagem do aço de carbono através da estação de têmpera isotérmica. Justamente também nesse ponto o processo sugerido elimina desvantagens importantes de processos de produção para estruturas de bainita.

É especialmente vantajoso quando em um aperfeiçoamento do processo de acordo com a presente invenção o tempo de ação do banho com o líquido de têmpera sobre a estrutura do aço de carbono é selecionado de tal modo até que se tenha formado essencialmente a metade da estrutura de bainita do aço de carbono no banho com o líquido de têmpera. Dessa forma, a formação da estrutura de bainita pode ser controlada de tal modo que na passagem entre o banho com o líquido de têmpera e a estação de têmpera isotérmica podem ser evitados com segurança grandes diferenças na temperatura do aço de carbono que em caso de formação ainda não tão progredida da estrutura de bainita seriam mais difíceis de serem dominados. Mas, a princípio, também é imaginável formar dentro do banho com o líquido de têmpera uma percentagem menor ou uma percentagem maior da estrutura de bainita do que os mais ou menos 50 % acima mencionados.

Também é vantajoso quando o tempo de ação do banho com o líquido de têmpera e o tempo de permanência do aço de carbono na estação de têmpera isotérmica corresponda a uma duração total típica da formação de bainita. Com isso, em aços de carbono típicos, via de regra, pode ser alcançada uma transformação completa da estrutura da fase de austenita para bainita, sendo que a divisão, conforme já descrito acima, pode ser regulada de modo diferente depois da formação da estrutura de bainita no banho e na estação de têmpera isotérmica.

É importante para o sucesso na produção de uma transformação completa da estrutura do aço de carbono em bainita que a passagem do banho com o líquido de têmpera para a estação de têmpera isotérmica ocorra

essencialmente sem alteração de temperatura do aço de carbono com a formação da estrutura de bainita continuando. A produção de bainita exige condições de temperatura exatamente definidas durante a formação relativamente longa da estrutura de bainita, sendo que já pequenas alterações da temperatura do aço de carbono durante esse
5 tempo podem ter efeitos claros sobre a qualidade da estrutura. Uma vez que entre o banho com o líquido de têmpera e a estação de têmpera isotérmica ocorrem condições de contato diferentes do ambiente com o aço de carbono (por um lado, tipicamente uma mistura de metal / sal no banho e, por outro lado, gás inerte na estação de têmpera isotérmica) e além disso, esse salto de meios na passagem do banho para a estação de
10 têmpera isotérmica também pode causar alterações de temperatura repentinas do aço de carbono, é especialmente importante evitar completamente esse pique de temperatura que possivelmente pode ocorrer nisso, ou de limitá-lo para valores admissíveis. Se esse pique de temperatura não for evitado ou limitado, então aparece na passagem do aço de carbono através desse pique de temperatura na interface entre o banho e a estação de
15 têmpera, pelo menos por um curto tempo, um outro estado de estrutura do que o estado desejado da estrutura de bainita, o que diminui a qualidade da estrutura de bainita na sua totalidade.

Pode ser vantajoso para melhorar a passagem entre o banho com o líquido de têmpera e a estação de têmpera isotérmica que a passagem do
20 aço de carbono da estação de austenitização para o banho com o líquido de têmpera ocorre essencialmente em sentido vertical à superfície do banho. Dessa forma resultam propriedades muito uniformes e definíveis a respeito da saída do aço de carbono do banho, simultaneamente, em virtude da saída abrupta vertical do aço de carbono do banho, é minimizado o arrastamento de líquido de têmpera do banho.

Em uma realização vantajosa é possível que a remoção de
25 resíduos do banho da superfície do aço de carbono seja executada por meio de soprar o líquido de têmpera com gás do aço de carbono. Tal sopro se dá sem contato e não altera a superfície do aço de carbono como podem causar processos com contato tais como a raspagem ou um puxar do aço de carbono através de uma vedação de contato. Por outro
30 lado, um soprar com a respectiva regulagem dos fluxos de meios é muito confiável e eficiente, nem os equipamentos de outro modo necessários no processo com contato sofrem desgaste em virtude da ação sem contato. Nisso é possível que a remoção por sopro do líquido de têmpera ocorra em uma atmosfera de proteção. O soprar do líquido de têmpera sob atmosfera de proteção cuida para que na área da transição entre o
35 banho com o líquido de têmpera e a estação de têmpera isotérmica nenhum ar possa chegar até a superfície do aço de carbono e assim uma alteração da superfície do aço de carbono, por exemplo, devido à oxidação ou outros processos no contexto da entrada de ar não ocorre.

Nisso, uma outra vantagem é que a remoção por sopro do líquido de têmpera seja feita por meio de gases temperados, especialmente, de gases inertes temperados. Devido à temperação dos gases ou gases inertes que retiram por meio de sopro o líquido de têmpera do aço de carbono pode ser conseguido um controle de temperatura muito preciso da temperatura do aço de carbono, fazendo com que a formação da estrutura de bainita em andamento apesar do sopro não seja prejudicada ou a estrutura de bainita seja alterada. Dessa forma, a temperação dos gases para a retirada por sopro do líquido de têmpera do aço de carbono pode ser regulada de tal modo que uma alteração da temperatura do aço de carbono durante a formação da estrutura de bainita é evitada, fazendo com que oscilações de temperatura que ocorrem na área da passagem entre o banho com o líquido de têmpera e a estação de têmpera isotérmica podem ser compensadas dentro do aço de carbono. Um aumento da temperatura do aço de carbono depois da saída do banho devido à transformação da estrutura em andamento por causa da passagem para o ambiente gasoso da estação de têmpera isotérmica poderia de outro modo causar um superaquecimento do aço de carbono com os efeitos negativos sobre a qualidade da estrutura bainítica. Para isso, em uma outra realização, a temperação dos gases para a remoção por meio de sopro do líquido de têmpera do aço de carbono pode ser regulada de tal modo que o calor de transformação que ocorre na saída do banho com o líquido de têmpera é dissipado pelos gases inertes temperados, e a temperatura do aço de carbono é mantida mais ou menos constante na temperatura de transformação para bainita.

Além disso, é muito importante para a qualidade da estrutura bainítica que na área da retirada por meio de sopro do líquido de têmpera não haja nenhuma mudança de direção do aço de carbono através de polias de desvio. Uma mudança de direção do aço de carbono nessa área durante a formação da estrutura de bainita muda necessariamente a estrutura de bainita em formação devido a efeitos mecânicos e alteração do comportamento de temperatura, de modo que somente evitando a respectiva mudança de direção a qualidade da estrutura de bainita pode ser garantida. Isso se pode conseguir, por exemplo, devido ao fato de que a passagem do aço de carbono do banho com o líquido de têmpera para a estação de têmpera isotérmica ocorre essencialmente em sentido vertical à superfície do banho. O aço de carbono entra verticalmente em relação à superfície do banho na área da retirada por meio de sopro do líquido de têmpera, e a partir dali, continua verticalmente para cima, de modo que a mudança de direção do aço de carbono ainda acontece completamente dentro do banho e, por conseguinte, em condições muito uniformes dentro do banho. A mudança de direção dentro do banho não tem nenhuma ou pouca influência sobre a formação da estrutura de bainita, já que o banho exerce um respectivo efeito de compensação sobre a condução da temperatura do aço de carbono.

Também é importante que a duração da condução de temperatura isotérmica na estação de têmpera isotérmica seja ajustada em dependência da velocidade de passagem do aço de carbono de tal modo que dentro da estação de têmpera isotérmica possa formar-se uma estrutura de bainita completa no aço de carbono. A transformação restante da estrutura ainda não bainítica do aço de carbono que em virtude da condução do processo no banho com o líquido de têmpera ainda não alcançou o estado bainítico desejado, ocorre nisso sob condições muito iguais dentro da estação de têmpera isotérmica que garante essencialmente condições idênticas durante um segmento maior da via do aço de carbono e que nisso não exerce nenhuma influência negativa mecânica ou térmica sobre o aço de carbono. Somente na área do final do trajeto do aço de carbono através da estação de têmpera isotérmica existe então uma estrutura de bainita completa no aço de carbono, sendo que o comprimento da estação de têmpera isotérmica pode ser dimensionado com as respectivas reservas para que em velocidades de travessia diferentes do aço de carbono através da estação de têmpera isotérmica sempre seja garantida uma transformação completa para uma estrutura de bainita.

Também é vantajoso que o aço de carbono depois do surgimento completo da estrutura de bainita atravesse uma estação de resfriamento onde o aço de carbono é resfriado até uma temperatura que impede alterações da superfície, especialmente oxidação ou alterações de cor da superfície. Um resfriamento dirigido e o mais curto possível da estrutura de bainita surgida do aço de carbono cuida para que a estrutura de bainita produzida não possa modificar-se indevidamente através de alterações posteriores da estrutura ou que a superfície do aço de carbono seja alterada em virtude de oxidação ou de outras alterações que acompanham o ambiente do aço de carbono de um modo que o produto acabado aço de carbono não deverá apresentar. Por mais curto que seja este processo de resfriamento, menos tempo têm outras influências para produzir alterações inadmissíveis no aço de carbono bainítico. Nisso, em uma outra realização, a estação de resfriamento também pode ser operada sob atmosfera de gás de proteção a fim de evitar alterações de superfície, especialmente oxidação ou alterações de cor da superfície. Mas também é imaginável que em uma outra realização a estação de resfriamento seja operada de modo dirigido sob ar, a fim de provocar uma alteração da superfície na forma de uma coloração azul do aço de carbono. Essas superfícies do aço de carbono são exigidas ou apropriadas para alguns fins de aplicação de tais aços de carbono. Para evitar com segurança alteração não admissíveis da superfície do aço de carbono, o aço de carbono sai da estação de resfriamento com uma temperatura de saída de essencialmente 100 °C ou menos. Nessas temperaturas a ativação térmica da superfície do aço de carbono apenas é pequena e, via de regra, não causa mais alterações inadmissíveis da superfície.

É especialmente vantajoso que como líquido de têmpera seja usado um banho de metal. Tais banhos de metal a princípio são conhecidos do beneficiamento de aços de carbono, sendo que para o processo aqui discutido é vantajoso quando como banho de metal for usado um banho de sal e chumbo e bismuto, Em virtude dessa composição do banho de metal consegue-se que as respectivas propriedades de temperatura e também as propriedades de umidificação e o efeito de compensação do banho de metal são garantidos com segurança para a produção de estruturas bainíticas.

Uma melhoria das condições de aquecimento do aço de carbono antes de entrar na estação de austenitização pode ser obtida quando o aço de carbono ainda relativamente frio que está entrando na estação de austenitização, antes de entrar na estação de austenitização, para fins de temperação prévia, passa por um banho de aquecimento, de preferência, uma área do banho com o líquido de têmpera. Tal banho de aquecimento e especialmente também o banho com o líquido de têmpera permitem um aquecimento muito uniforme do aço de carbono, onde através da imersão no banho com o líquido de têmpera ao mesmo tempo também se torna possível um aproveitamento do calor de transformação que de qualquer modo surge na têmpera do aço de carbono na fase seguinte da formação da estrutura de bainita. Dessa forma, o banho com o líquido de têmpera pode ser mantido na temperatura de transformação para a formação de bainita do aço de carbono, uma vez que o aço de carbono já antes da entrada na estação de austenitização atravessa esse banho, e transfere o calor de têmpera liberado durante o resfriamento do aço de carbono depois da austenitização para o aço de carbono ainda relativamente frio que está entrando na estação de austenitização, que então entra na estação de austenitização depois.

Uma outra melhoria das condições no aquecimento do aço de carbono para a austenitização pode ser alcançada quando na área da austenitização do aço de carbono o aço de carbono for de tal modo guiado que o aço de carbono entrando na estação de austenitização, ainda relativamente frio, é aquecido também pela radiação de calor do aço de carbono já colocado em temperatura de austenitização no lado de saída da estação de austenitização. Através da radiação de calor que é liberada pelo segmento já com a temperatura de austenitização do aço de carbono para o meio ambiente, o segmento do aço de carbono que ainda se encontra na área de entrada pode ser automaticamente aquecido junto, e dessa forma pode ser obtida uma homogeneização melhor do aço de carbono na fase de austenita e, com isso, uma solubilidade do carbono dentro do aço de carbono. Isso também promove a formação da estrutura de bainita, sem que sejam causados custos adicionais para um aquecimento do aço de carbono. Com isso consegue-se que a radiação de calor transferida para o aço de carbono ainda relativamente frio que está entrando vindo do aço de carbono já com uma

temperatura mais alta no lado de saída da estação de austenitização aquece o aço de carbono de maneira muito uniforme e produz condições de temperação estacionárias na austenitização e uma homogeneização da estrutura de austenita do aço de carbono. Além disso, a qualidade do aquecimento do aço de carbono pode ser melhorada pelo fato de que o tempo de permanência do aço de carbono na estação de austenitização sob a influência do calor de radiação liberado pelo aço de carbono já mais temperado é selecionado de tal duração que se forma uma estrutura de austenita homogênea no aço de carbono.

Um processo de aquecimento para o aço de carbono na estação de austenitização pode ser um aquecimento indutivo do aço de carbono. É lógico que também são possíveis outros processos de aquecimento normalmente usados na técnica de beneficiamento.

A presente invenção descreve também um equipamento para a formação de uma estrutura de bainita ou de sorbite em um aço de carbono, principalmente em uma fita de aço, principalmente para a execução do processo de acordo com a reivindicação 1, sendo que o equipamento apresenta uma estação de austenitização com a qual o aço de carbono é aquecido para uma temperatura acima da temperatura de austenitização, também um banho com um líquido de têmpera para o resfriamento do aço de carbono austenitizado para uma temperatura mais baixa do que a temperatura de austenitização, e uma estação de têmpera isotérmica para manter o aço de carbono durante um período com essa temperatura de transformação e, em seguida, uma estação de resfriamento para o resfriamento seguinte do aço de carbono. Tal equipamento é aprimorado pelo fato de que a estação de têmpera isotérmica é executada essencialmente em posição vertical, como uma torre, e que o comprimento da passagem livre do aço de carbono pela estação de têmpera isotérmica permite a transformação da estrutura restante em bainita, sem mudança de direção do aço de carbono. Isso é importante pela razão de que o comprimento da livre passagem do aço de carbono dentro da estação de têmpera isotérmica deveria ser realizado no mínimo de tal modo que a transformação da estrutura restante em bainita pode acontecer sem mudança de direção ou outra influência mecânica no aço de carbono. Através da mudança de direção ou tal influência mecânica no aço de carbono durante a formação da bainita na estação de têmpera isotérmica podem ser provocadas influências negativas sobre a formação da bainita que podem causar uma deterioração das propriedades de qualidade do aço de carbono assim produzido. Por essa razão, a formação restante da bainita na estação de têmpera isotérmica deve ocorrer sem outras influências mecânicas, tais como, mudanças de direção ou semelhantes, e somente depois do término da formação da estrutura de bainita completa, o aço de carbono pode novamente ser exposto a influências mecânicas.

Além disso, é vantajoso que através da formação da

estrutura de bainita com uma fração definível na estrutura global do aço de carbono o volume do líquido de têmpera no banho pode ser minimizado. No banho com o líquido de têmpera pode acontecer o primeiro passo de transformação importante para disparar a transformação na estrutura de bainita, sendo que depois na estação de têmpera isotérmica seguinte ocorre a transformação restante. Uma vez que o gradiente da formação da estrutura de bainita não vai linearmente ao longo da duração da ação da temperatura de bainita, então com quantidades relativamente pequenas de líquido de têmpera e uma ação durante mais tempo da temperatura na estação de têmpera isotérmica, a quantidade necessária do líquido de têmpera pode ser reduzida e assim o banho com o líquido de têmpera na sua totalidade pode ser dimensionado consideravelmente menor do que quando a transformação para a estrutura de bainita precisaria ocorrer completamente dentro de tal banho. Também, devido á transformação muito intensiva para a estrutura de bainita dentro do banho com o líquido de têmpera, pode ser minimizada a duração do tempo de passagem através da estação de têmpera isotérmica, fazendo com que as mudanças de direção normalmente comuns do aço de carbono dentro de tal estação de têmpera isotérmica podem ser completamente dispensadas ou pelo menos podem ser muito reduzidas. Dessa forma, com a melhora a qualidade da estrutura de bainita aumenta tanto a viabilidade econômica do processo de produção mas também os custos para a transformação por parte do equipamento de tal processo podem ser consideravelmente reduzidos.

Também é importante que dentro do banho com o líquido de têmpera polias de desvio estão dispostas de tal modo que a emersão do aço de carbono do banho e para dentro da estação de têmpera isotérmica e/ou a imersão do aço de carbono da estação de austenitização para dentro do banho ocorram essencialmente em direção vertical. Assim sendo consegue-se uma passagem muito definida e uniforme do aço de carbono para o banho e especialmente também para fora do banho, entrando na estação de têmpera isotérmica, que tem uma importância central para a manutenção do decurso da temperatura na formação da estrutura de bainita. Devido á disposição da polia de desvio dentro do líquido de têmpera e a temperatura idêntica com o líquido de têmpera das polias de desvio evitam-se em grande escala as influências negativas da mudança de direção ou das polias de desvio sobre a formação da estrutura.

Também é possível que entre o banho com o líquido de têmpera e a estação de têmpera isotérmica esteja disposta um dispositivo para a retirada de resíduos do líquido de têmpera da superfície do aço de carbono, principalmente um dispositivo para retirar o líquido de têmpera do aço de carbono por meio de sopro. Tal dispositivo para a retirada de resíduos do banho da superfície do aço de carbono serve, por um lado, para manter junto o líquido de têmpera do banho o máximo possível, assim minimizando as perdas causadas por arrastamento do líquido de têmpera, por outro lado,

tais resíduos do líquido de têmpera na superfície do aço de carbono eventualmente têm uma influência negativa para os passos do processo seguintes e por essa razão precisam ser evitados.

5 Em uma outra realização é possível que para a temperação da atmosfera de proteção na estação de têmpera isotérmica e/ou na estação de resfriamento estejam dispostos aquecimentos de gás de proteção ou trocadores de calor de água. Por meio de tais trocadores de calor pode se conseguir uma regulagem muito fina da atmosfera de gás de proteção na estação de têmpera isotérmica com respeito a sua temperatura.

10 Além disso, através de um dispositivo de aquecimento pode ser temperada uma atmosfera de gás de proteção na estação de têmpera isotérmica. É lógico que também podem ser usadas outras técnicas de aquecimento para a atmosfera de gás de proteção dentro da estação de têmpera isotérmica.

15 É vantajoso para a transformação pelo equipamento quando a estação de têmpera isotérmica e/ou o equipamento de resfriamento estão alojados em uma caixa eventualmente comum, tipo torre, disposta verticalmente. Devido a tal caixa tipo torre, é minimizado o espaço construtivo necessitado para a condução do aço de carbono, que nessa área é vertical, através da estação de têmpera isotérmica e a estação de resfriamento, sendo que em uma outra realização a caixa tipo torre pode ser dividida de tal modo que o aço de carbono a ser mantido isotermicamente sai do banho com o líquido de têmpera, passando em uma primeira câmara verticalmente de baixo para cima, e o aço de carbono a ser resfriado, agora já completamente transformado em bainita, em uma segunda câmara, disposta na vizinhança, passa verticalmente de cima para baixo. Dessa forma, os passos de tratamento que seguem imediatamente um ao outro no processamento posterior da estrutura pelo menos parcialmente regulada de bainita, também podem ser executados em um espaço muito compacto rapidamente seguindo um ao outro.

25 Em uma outra realização, uma unidade de mudança de direção pode estar disposta no ponto mais alto da caixa tipo torre, com a qual o aço de carbono já completamente transformado em bainita da estação de têmpera isotérmica é desviado para uma estação de resfriamento. Essa mudança de direção no ponto mais alto da caixa tipo torre contribui para o modo de construção compacto das duas câmaras de tratamento dispostas na caixa tipo torre.

30 Em uma outra realização vantajosa, o equipamento também pode ser usado para a formação de uma estrutura de sorbite, sendo que o banho com o líquido de têmpera é mantido em uma temperatura que será necessitada para a transformação do aço de carbono em sorbite e o aço de carbono fica tanto tempo em contato com o líquido de têmpera até que a estrutura de sorbite se formou

completamente ou quase que completamente, e em seguida, na estação de têmpera isotérmica, somente pode ser realizado um resfriamento do aço de carbono com a estrutura sorbítica formada. Com isso consegue-se que no mesmo equipamento tanto a produção de uma estrutura de bainita como também a de uma estrutura sorbítica pode ser realizada, sem que sejam necessárias maiores reestruturações da instalação entre os dois diferentes processos de produção. Apenas precisa-se cuidar para que as temperaturas no banho de metal ou na estação de têmpera isotérmica e as velocidades de passagem do aço de carbono sejam adaptados à formação de uma estrutura sorbítica, sendo que o efeito da estação de têmpera isotérmica na formação de uma estrutura sorbítica na verdade consiste mais no resfriamento da estrutura sorbítica já quase que completamente formada na passagem através do banho. Dessa forma, a viabilidade econômica de um aproveitamento da instalação correspondente aumenta mais uma vez.

Uma forma de execução especialmente preferida do equipamento de acordo com a presente invenção para a execução do processo é mostrada no desenho.

Ele mostra:

A figura 1 mostra em corte e limitada aos componentes essenciais do equipamento uma apresentação muito esquematizada da construção de acordo com o princípio de um equipamento de acordo com a presente invenção.

A figura 1 mostra de modo muito esquematizado a construção de um equipamento para a execução do processo de acordo com a presente invenção, sendo que disso também se torna visível o decurso básico do processo.

O equipamento mostra apenas os segmentos essenciais de tal equipamento para a execução do processo de acordo com a presente invenção que são diretamente envolvidos na têmpera da produção da estrutura de bainita. O aço de carbono 1 entra no lado de entrada - na figura 1 mostrado à direita - através de diversas polias 9 de uma unidade de enrolamento não mostrada para dentro da área da zona de pré-aquecimento 10 do banho 2 com o líquido de têmpera 21 onde o aço de carbono 1 é conduzido através de polias 11 lá dispostas através do líquido de têmpera 21 já aquecido. O líquido de têmpera 21, de um modo que ainda será descrito mais detalhadamente, é aquecido na parte esquerda do banho 2, através da temperação do aço de carbono 1 que lá entra no banho 2 depois de atravessar a estação de austenitização 3. Assim sendo, o aço de carbono 1 é pré-aquecido na zona de pré-aquecimento 10 e depois entra verticalmente para cima na estação de austenitização 3, onde através de, por exemplo, um aquecimento indutivo 4 em uma zona de aquecimento 6 o aço de carbono 1 é aquecido até a faixa de temperatura de austenitização. Na parte superior da estação de austenitização 3 é mostrada uma unidade de desvio 5 depois de cuja passagem o aço de carbono 1 é transportado novamente verticalmente para baixo em direção ao banho 2.

Nessa zona de compensação 7 o aço de carbono 1 é então aquecido para a temperatura de austenitização necessária, sendo que ele assume uma estrutura de austenita muito homogênea devido aos processos de compensação e nisso também libera uma radiação de calor 8 em direção à zona de aquecimento 6 que vai ao encontro com o aço de carbono 1 que no momento passa por lá, também aquecendo o mesmo. Devido a essa disposição dos elementos funcionais dentro da estação de austenitização 3, o aço de carbono 1 é aquecido de modo muito uniformemente e é cuidado para que o carbono entra em solução uniforme dentro do aço de carbono.

Depois da saída do aço de carbono 1 no lado inferior da estação de austenitização 3 em direção ao banho 2, o aço de carbono 1 novamente muda a direção através de polias de desvio 11 dispostas no banho 2 e nisso, é resfriado no líquido de têmpera 21. O líquido de têmpera 21, para a formação da estrutura de bainita, é regulado para uma temperatura que fica em torno de aproximadamente 400 °C e que tipicamente é usada para aços de carbono 1 para a produção de estruturas de bainita. Quando o aço de carbono 1 atravessa o banho 2 em direção às polias de desvio 11 disposta à esquerda abaixo da caixa 14 tipo torre, o aço de carbono 1 esfria até a temperatura de formação de bainita, sendo que uma parte da estrutura do aço de carbono 1 se transforma em uma estrutura de bainita. Dependendo do comprimento da passagem através do banho 2, uma percentagem diferente da estrutura de austenita do aço de carbono 1 se transformará em estrutura de bainita, tipicamente esta percentagem é selecionada de tal modo que mais ou menos a metade da estrutura de austenita será transformada em estrutura de bainita.

Depois de passar pelo banho 2, o aço de carbono 1 é dirigido verticalmente para cima pelas polias de desvio 11 dispostas à esquerda, para dentro de uma caixa tipo torre 14 com uma estação de têmpera isotérmica 13, e trocadores de calor 20 dispostos nela, onde será realizada a formação restante da estrutura de bainita de modo a ser descrito mais adiante. Antes disso, o aço de carbono 1 entra ainda em uma área de sopro 12 onde o líquido de têmpera 21 restante é retirado com um sopro de jato da superfície do aço de carbono 1. Nisso é especialmente importante que esse sopro a jato 12 em si conhecido é executado, por exemplo, por meio de gases inertes em tais temperaturas que o aço de carbono 1 não tenha nisso, dentro do possível, nenhum pique de temperatura na passagem por esse sopro a jato 12, e sim, que a formação de bainita nessa área continua o menos perturbado possível e pode ser terminada na área da estação de têmpera isotérmica 13. Para isso também contribui que o aço de carbono 1 tanto é introduzido verticalmente no banho 2 vindo da estação de austenitização 3, como também sai verticalmente do banho 2 novamente para a área do sopro 12 para cima, e o desvio do aço de carbono 1 ocorre exclusivamente dentro do banho 2.

A estação de têmpera isotérmica 13 compreende agora através da respectiva temperação por meio dos trocadores de calor 20, por exemplo, um gás inerte que é mantido em tal temperatura que a temperatura de formação de bainita dentro da estação de têmpera isotérmica 13 é uniforme o máximo possível. Assim sendo, devido ao fato de que o aço de carbono 1 na estação de têmpera isotérmica 13 não é solicitado termicamente, a estrutura restante do aço de carbono 1 que ainda não se formou dentro do banho 2, pode ser completamente transformada em estrutura de bainita, de modo que no final da estação de têmpera isotérmica 13 e pouco antes da unidade de desvio 15, o aço de carbono 1 apresenta completamente uma estrutura bainítica.

Depois de atravessar a estação de têmpera isotérmica 13, o aço de carbono 1 é conduzido através da unidade de desvio 15 para a área vizinha da caixa tipo torre 14 onde entra em uma unidade de resfriamento 17, 18 onde o aço de carbono 1 é resfriado, por exemplo, através de um gás inerte. Nisso, os radiadores 18 abaixam de tal maneira a temperatura do gás inerte dentro da unidade de resfriamento 17 que um resfriamento do aço de carbono 1 na área de saída da unidade de resfriamento 17 fica em 100 °C ou menos. De lá, o aço de carbono 1 é conduzido através de uma polia 9 para uma unidade de enrolamento.

O banho 2 pode ser regulado na altura de tal modo por meio de uma mesa elevadora 19 que podem ser realizados trabalhos de manutenção no banho 2 ou nos lados inferiores da estação de austenitização 3 ou da caixa tipo torre 14.

A respeito dos detalhes metalúrgicos ou técnicos de processo que acontecem no equipamento, referência é feita para a descrição acima do processo de acordo com a presente invenção.

LISTA DE REFERÊNCIAS

- | | |
|----|------------------------------------|
| 1 | Aço de carbono |
| 2 | Banho de metal |
| 3 | Estação de austenitização |
| 4 | Aquecimento indutivo |
| 5 | Unidade de desvio |
| 6 | Zona de aquecimento |
| 7 | Zona de compensação |
| 8 | Radiação de calor |
| 9 | Polias |
| 10 | Zona de pré-aquecimento |
| 11 | Polias de desvio no banho de metal |
| 12 | Sopro |
| 13 | Estação de têmpera isotérmica |

	14	Gabinete em forma de torre
	15	Unidade de desvio
	17	Unidade de resfriamento
	18	Radiador
5	19	Mesa elevadora
	20	Trocadores de calor
	21	Líquido de têmpera

Reivindicações

1. Processo para a formação contínua de uma estrutura de bainita em um aço de carbono (1), especialmente em uma fita de aço, com os passos:

- Austenitização do aço de carbono (1) a uma temperatura superior à temperatura de austenitização;

- Introdução do aço de carbono (1) austenitizado em um banho (2) com um líquido de têmpera (21) para o resfriamento do aço de carbono (1) até uma temperatura inferior à temperatura de austenitização;

- Ajuste do aço de carbono (1) à temperatura de transformação para bainita;

- Manutenção (13) do aço de carbono (1) nessa temperatura de transformação durante um período, e resfriamento (17) seguinte do aço de carbono,

caracterizado pelo fato de que

o aço de carbono (1), depois da austenitização (3), atravessa um banho (2) com uma quantidade de volume pequeno de líquido de têmpera (21), e nisso é colocado em contato com o líquido de têmpera (21) durante tanto tempo até que uma percentagem definível da estrutura de bainita na estrutura total do aço de carbono (1) tenha se formado no banho (2) com o líquido de têmpera (21);

na saída do aço de carbono (1) do banho (2), os resíduos do líquido de têmpera (21) na superfície do aço de carbono (1) são removidos do aço de carbono (1) por meio da ação de um gás;

em seguida acontece a transformação das partes restantes da estrutura do aço de carbono (1) em bainita durante tanto tempo em uma estação de têmpera isotérmica (13) conectada em série, a uma temperatura de transformação para bainita, sem qualquer mudança de direção do aço de carbono (1) durante a passagem através da estação de têmpera isotérmica (13), até que a estrutura de bainita se formou completamente dentro do aço de carbono (1).

2. Processo de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que o tempo de ação do banho (2) com o líquido de têmpera (21) sobre a estrutura do aço de carbono (1) é selecionado de tal modo, que se forma essencialmente a metade da estrutura de bainita do aço de carbono (1) no banho (2) com o líquido de têmpera (21).

3. Processo de acordo com a reivindicação 2, **caracterizado** pelo fato de que o tempo de ação do banho (2) com o líquido de têmpera (21) e o tempo de permanência do aço de carbono (1) na estação de têmpera isotérmica (13) corresponde a uma duração total típica da formação de bainita.

4. Processo de acordo com uma das reivindicações anteriores, **caracterizado** pelo fato de que a passagem do banho (2) com o líquido de têmpera (21) para a estação de têmpera isotérmica (13) ocorre essencialmente sem

alteração de temperatura do aço de carbono (1) com a formação da estrutura de bainita continuando.

5 5. Processo de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que a retirada de resíduos do líquido de têmpera (21) da superfície do aço de carbono (1) é feita soprando-se (12) o líquido de têmpera (21) do aço de carbono (1).

6. Processo de acordo com a reivindicação 5, **caracterizado** pelo fato de que a retirada por meio de sopro (12) do líquido de têmpera (21)   feita sob atmosfera de gás de proteção, de preferência, por meio de gases inertes temperados.

10 **caracterizado** pelo fato de que a temperatura dos gases, de preferência, dos gases inertes para a retirada através de sopro (12) do líquido de têmpera (21) do aço de carbono (1) é regulada de tal modo que uma alteração da temperatura do aço de carbono (1) durante a formação da estrutura de bainita em andamento é evitada.

8. Processo de acordo com a reivindicação 7, **caracterizado** pelo fato de que a temperação dos gases, de preferência, dos gases inertes, para a retirada por meio de sopro (12) do líquido de têmpera (21) do aço de carbono (1) é regulada de tal modo que o calor de transformação no aço de carbono (1) que aparece na saída do banho (2) com o líquido de têmpera (21) é dissipado pelos gases inertes temperados, e a temperatura do aço de carbono (1) é mantida essencialmente constante na temperatura de transformação para bainita.

9. Processo de acordo com uma das reivindicações 5 a 8, **caracterizado** pelo fato de que na área da retirada por meio de sopro (12) do líquido de têmpera (21) não é feita nenhuma mudança de direção do aço de carbono (1), como, por exemplo, através de polias de desvio (11).

25 10. Processo de acordo com uma das reivindicações anteriores, **caracterizado** pelo fato de que o comprimento da condução de temperatura isotérmica na estação de têmpera isotérmica (13) é realizado de tal modo em dependência da velocidade de passagem do aço de carbono (1) que dentro da estação de têmpera isotérmica (13) pode formar-se uma estrutura de bainita completa no aço de carbono (1).

30 11. Processo de acordo com uma das reivindicações anteriores, **caracterizado** pelo fato de que o aço de carbono (1), depois do termino completo da formação de bainita, atravessa uma estação de resfriamento (17, 18).

12. Processo de acordo com a reivindicação 11, **caracterizado** pelo fato de que o aço de carbono (1) é resfriado na estação de resfriamento (17, 18) até uma temperatura que impede alterações da superfície, principalmente oxidação ou alterações de cor da superfície.

13. Processo de acordo com a reivindicação 11, **caracterizado** pelo fato de que a estação de resfriamento (17, 18) é operada sob uma

atmosfera de gás de proteção a fim de impedir alterações da superfície, principalmente oxidação ou alterações de cor da superfície.

14. Processo de acordo com a reivindicação 11, **caracterizado** pelo fato de que a estação de resfriamento (17, 18) é operada sob o ar, a fim de disparar uma alteração de superfície na forma de uma coloração azulada do aço de carbono.

15. Processo de acordo com uma das reivindicações 11 a 14, **caracterizado** pelo fato de que o aço de carbono sai da estação de resfriamento (17, 18) com uma temperatura de saída de essencialmente 100 °C ou menos.

16. Processo de acordo com uma das reivindicações anteriores, **caracterizado** pelo fato de que como líquido de têmpera (21) é usado um banho de metal.

17. Processo de acordo com a reivindicação 16, **caracterizado** pelo fato de que como líquido de têmpera (21) é usado um banho de sal e chumbo e bismuto.

18. Processo de acordo com uma das reivindicações anteriores, **caracterizado** pelo fato de que o aço de carbono (1) que entra na estação de austenitização (3) ainda relativamente frio, antes da entrada na estação de austenitização (3), para fins de temperação prévia, atravessa um banho de pré-aquecimento (10), de preferência, na área do banho (2) com o líquido de têmpera (21).

19. Processo de acordo com uma das reivindicações anteriores, **caracterizado** pelo fato de que o banho (2) com o líquido de têmpera (21) também é mantido na temperatura de transformação para a formação de bainita do aço de carbono (1) pelo fato de que o aço de carbono (1) já antes da entrada na estação de austenitização (3) atravessa este banho (2), e o calor de resfriamento abrupto liberado no resfriamento do aço de carbono (1) depois da austenitização é liberado para o aço de carbono (3) ainda relativamente frio entrando na estação de austenitização (3) que depois entra na estação de austenitização (3).

20. Processo de acordo com uma das reivindicações anteriores, **caracterizado** pelo fato de que na área da austenitização do aço de carbono (1) o aço de carbono (1) é conduzido de tal modo que o aço de carbono (1) ainda relativamente frio que está entrando na estação de austenitização (3) é aquecido por radiação de calor (8) do aço de carbono (1) aquecido para a temperatura de austenitização no lado de saída da estação de austenitização (3).

21. Processo de acordo com a reivindicação 20, **caracterizado** pelo fato de que a radiação de calor (8) liberada para o aço de carbono (3) ainda relativamente frio que está entrando pelo aço de carbono (1) já com mais temperação no lado de saída (7) da estação de austenitização (3) aquece o aço de carbono (1) muito

uniformemente e produz condições de temperatura estacionárias na austenitização e uma homogeneização da estrutura de austenitização do aço de carbono (1).

22. Processo de acordo com uma das reivindicações 20 ou 21, **caracterizado** pelo fato de que o tempo de permanência do aço de carbono (1) na estação de austenitização (13) sob a influência do calor de radiação (8) liberado pelo aço de carbono (1) já temperado mais alto é selecionado durante tanto tempo até que aparece uma estrutura de austenita homogênea no aço de carbono (1).

23. Processo de acordo com uma das reivindicações anteriores, **caracterizado** pelo fato de que o aço de carbono (1) é aquecido indutivamente na estação de austenitização (13).

24. Equipamento para a formação de uma estrutura de bainita ou de sorbite em um aço de carbono (1), especialmente em uma fita de aço, especialmente para a execução de um processo de acordo com a reivindicação 1, compreendendo uma estação de austenitização (3), com a qual o aço de carbono (1) é aquecido para uma temperatura acima da temperatura de austenitização, um banho (2) com um líquido de têmpera (21) para o resfriamento do aço de carbono (1) austenitizado até uma temperatura inferior à temperatura de austenitização, uma estação de têmpera isotérmica (13) para manter o aço de carbono (1) durante um período nessa temperatura de transformação, e uma estação de resfriamento (17, 18) para o seguinte resfriamento do aço de carbono (1), **caracterizado** pelo fato de que a estação de têmpera isotérmica (13) é realizada essencialmente vertical em forma de torre e o comprimento da livre passagem do aço de carbono (1) através da estação de têmpera isotérmica (13) permite a transformação da estrutura restante em bainita sem mudança de direção do aço de carbono (1).

25. Equipamento de acordo com a reivindicação 24, **caracterizado** pelo fato de que através da formação da estrutura de bainita com uma percentagem definível na estrutura total do aço de carbono (1) o volume do líquido de têmpera (21) no banho (2) pode ser minimizado.

26. Equipamento de acordo com uma das reivindicações 24 e 25, **caracterizado** pelo fato de que dentro do banho (2) com o líquido de têmpera (21) polias de desvio (11) estão dispostas de tal modo que a emersão do aço de carbono (1) do banho (2) e para dentro da estação de têmpera isotérmica (13) e/ou a imersão do aço de carbono (1) da estação de têmpera isotérmica (13) para dentro do banho (2) ocorre essencialmente em sentido vertical.

27. Equipamento de acordo com uma das reivindicações 24 a 26, **caracterizado** pelo fato de que entre o banho (2) com o líquido de têmpera (21) e a estação de têmpera isotérmica (13) está disposta um dispositivo (12) para a retirada de resíduos do líquido de têmpera (21) da superfície do aço de carbono (1), especialmente um

dispositivo de sopro (12) para soprar o líquido de têmpera (21) do aço de carbono (1).

28. Equipamento de acordo com uma das reivindicações 24 a 27, **caracterizado** pelo fato de que para a temperação da atmosfera de gás de proteção na estação de têmpera isotérmica (13) e/ou da estação de resfriamento (17, 18) estão previstos aquecimento do gás de proteção regulado ou trocadores de calor de água (18).

29. Equipamento de acordo com uma das reivindicações 24 a 28, **caracterizado** pelo fato de que um equipamento de aquecimento tempera uma atmosfera de gás de proteção na estação de têmpera isotérmica (13).

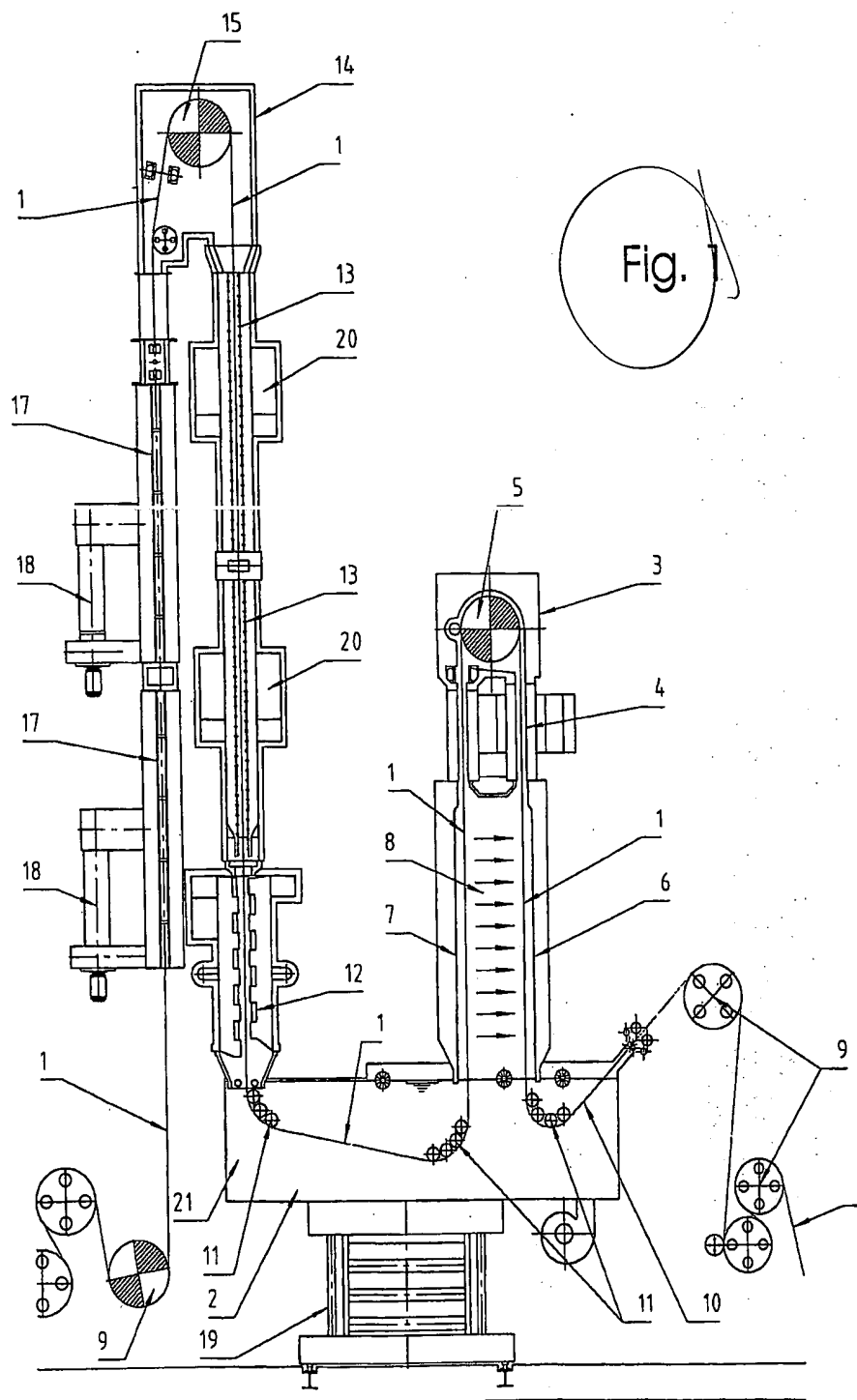
30. Equipamento de acordo com uma das reivindicações 24 a 29, **caracterizado** pelo fato de que o aço de carbono (1) atravessa de tal maneira a área da austenitização que o aço de carbono (1) ainda relativamente frio que entra na estação de austenitização (3) é aquecido junto por uma radiação de calor (8) do aço de carbono (1) possuindo temperatura de austenitização no lado de saída da estação de austenitização (3).

31. Equipamento de acordo com uma das reivindicações 24 a 30, **caracterizado** pelo fato de que a estação de têmpera isotérmica (13) essencialmente com forma de torre possui um gabinete (14) que é de tal modo dividido que o aço de carbono (1) a ser mantido isotérmico do banho (2) com o líquido de têmpera (21) atravessa uma primeira câmara (13) verticalmente de baixo para cima, e o aço de carbono (1) a ser resfriado atravessa verticalmente de cima para baixo uma segunda câmara (17) disposto de modo adjacente.

32. Equipamento de acordo com a reivindicação 31, **caracterizado** pelo fato de que no ponto mais alto da caixa tipo torre (14) está disposta uma unidade de desvio (15) com a qual aço de carbono (1) lá completamente transformado em estrutura bainítica é desviado da estação de têmpera isotérmica (13) para a estação de resfriamento (17, 18).

33. Equipamento de acordo com uma das reivindicações 24 a 32, **caracterizado** pelo fato de que o banho (2) com o líquido de têmpera (21) é uma mistura de sal e chumbo e bismuto.

34. Equipamento de acordo com uma das reivindicações 24 a 33, **caracterizado** pelo fato de que o equipamento pode ser usado para a formação da estrutura sorbítica, mantendo-se o banho (2) com o líquido de têmpera (21) em uma temperatura que é necessária para a transformação do aço de carbono (1) em sorbite, e o aço de carbono (1) fica em contato com o líquido de têmpera (21) durante tanto tempo, até que a estrutura sorbítica se formou completamente ou quase que completamente e em seguida, na estação de têmpera isotérmica (13) essencialmente apenas pode ser realizado um resfriamento do aço de carbono (1) com a estrutura sorbítica formada.



Resumo

Processo e dispositivo para a formação contínua de uma estrutura de bainita em aço de carbono, especialmente em fita de aço.

A presente invenção refere-se a um processo para a formação contínua de uma estrutura de bainita em um aço de carbono, especialmente em uma fita de aço, com os passos: Austenitização do aço de carbono (1) a uma temperatura superior à temperatura de austenitização; introdução do aço de carbono (1) austenitizado em um banho (2) com um líquido de têmpera (21) para o resfriamento do aço de carbono (1) até uma temperatura inferior à temperatura de austenitização; ajuste do aço de carbono (1) à temperatura de transformação para bainita; manutenção (13) do aço de carbono (1) durante um período nessa temperatura de transformação, e resfriamento (17) seguinte do aço de carbono. Este processo é aperfeiçoado pelo fato de que o aço de carbono (1), depois da austenitização, atravessa um banho (2) com um líquido de têmpera (21) durante tanto tempo, até que uma percentagem definível da estrutura de bainita na estrutura total do aço de carbono (1) tenha se formado no banho (2) com o líquido de têmpera (21); na saída do aço de carbono (1) do banho (2), os resíduos do líquido de têmpera (21) na superfície do aço de carbono (1) são removidos do aço de carbono (1) por meio de sopro, e em seguida acontece a transformação das partes restantes da estrutura do aço de carbono (1) em bainita em uma estação de têmpera isotérmica (13), sem qualquer mudança de direção do aço de carbono (1) durante a passagem através da estação de têmpera isotérmica (13).