



\*PI 05139414\*  
\*PI 05139414\*

**REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL**  
MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR  
**INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL**

## CARTA PATENTE Nº PI 0513941-4

O INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL concede a presente PATENTE DE INVENÇÃO, que outorga ao seu titular a propriedade da invenção caracterizada neste título, em todo o território nacional, garantindo os direitos dela decorrentes, previstos na legislação em vigor.

(21) Número do Depósito: PI 0513941-4

(22) Data do Depósito: 09/08/2005

(43) Data da Publicação do Pedido: 16/02/2006

(51) Classificação Internacional: C21D 1/673; C21D 8/00; B21D 22/26; B21D 22/02

(30) Prioridade Unionista: 09/08/2004 DE 102004038626.9

(54) Título: MÉTODO PARA PRODUZIR COMPONENTES TEMPERADOS A PARTIR DE CHAPAS DE AÇO E MOLDE DE TEMPERAGEM

(73) Titular: VOESTALPINE METAL FORMING GMBH. Endereço: Schmidhüttenstraße 5, 3500, Krems an der Donau, Áustria, Áustria (AT).

(72) Inventor: ROBERT VEHOF

Prazo de Validade: 20 (vinte) anos contados a partir de 09/08/2005, observadas as condições legais.

Expedida em: 22 de Abril de 2015.

Assinado digitalmente por:

**Júlio César Castelo Branco Reis Moreira**  
Diretor de Patentes



## **“MÉTODO PARA PRODUZIR COMPONENTES TEMPERADOS A PARTIR DE CHAPAS DE AÇO E MOLDE DE TEMPERAGEM”**

A invenção se refere a um método para produzir componentes temperados a partir de uma chapa de aço, a um dispositivo para a execução do método, e a componentes temperados produzidos de chapas de aço utilizando o método e o dispositivo.

No campo da engenharia automotiva, existem buscas em andamento para a redução do peso total do veículo ou para a inclusão de equipamentos melhorados sem que aumente o peso total do veículo. Isto somente pode ser atingido com a redução do peso de certos componentes do veículo. Neste contexto, existe um ímpeto particular de se reduzir significativamente o peso da carroceria do veículo em comparação com desenhos anteriores. Ao mesmo tempo, entretanto, existem demandas crescentes relacionadas à segurança, particularmente à segurança das pessoas viajando no veículo, e relacionadas ao comportamento do veículo em um acidente. Ao mesmo tempo em que a quantidade de peças, e em particular também a espessura das peças é diminuída para reduzir o peso bruto da carroceria, espera-se que o corpo da carroceria tenha resistência e rigidez aumentadas, e que mostre comportamento de deformação definido na ocorrência de um acidente.

O material bruto mais freqüentemente utilizado na manufatura de carrocerias é o aço. Nenhum outro material é capaz de atender a tantos setores de componentes econômicos com uma variedade tão ampla de propriedades.

Como consequência das novas exigências de maior resistência, também são assegurados altos valores de expansão e, junto com eles, uma melhor moldabilidade a frio. Além disso, a escala de forças alcançáveis para aços foi aumentada.

Um exemplo disto, particularmente para carrocerias de automóveis, são componentes produzidos de uma chapa de aço com resistência – dependendo da composição da liga – de 1.000 a 2.000 MPa. Para atingir níveis tão elevados de resistência nos componentes, é conhecido o processo de cortar partes de chapas, aquecer as partes em temperatura maior que a temperatura de

austenitização, e então moldar o componente em uma prensa; durante o processo de moldagem, é simultaneamente efetuado um rápido resfriamento para a temperagem do material.

5 Durante o aquecimento para a austenitização das partes, uma crosta se forma na superfície. Esta crosta é removida após a moldagem e o resfriamento, normalmente através de processo de jateamento de areia. Antes ou depois desta remoção de crostas, são executados o acabamento final e a confecção de furos. Se o acabamento final e a confecção de furos forem executados antes do jateamento de areia, pode ocorrer um efeito desvantajoso nas arestas de corte e nas arestas dos furos. Independente da seqüência de processamento após a temperagem, a remoção de crostas por jateamento de areia e métodos similares traz a desvantagem de freqüentemente deformar o componente. Depois dos passos de processamento acima mencionados, é aplicado um assim chamado revestimento de componentes, com uma camada de proteção contra corrosão. Por exemplo, é aplicada uma camada catódica de proteção contra corrosão.

15 Neste contexto, a remanufatura de componentes temperados é desvantajosa e extremamente cara, e envolve alto nível de desgaste em função da temperagem do material. É também desvantajosa por que o revestimento do componente normalmente não produz uma proteção pronunciada contra a corrosão. Adicionalmente, a espessura da camada não é uniforme, mas varia sobre a superfície do componente.

20 Em uma modificação deste processo, é também conhecido o método de moldagem de componentes a frio a partir de um laminado metálico, com subsequente aquecimento até a temperatura de austenitização e o rápido resfriamento em uma ferramenta de calibração; O componente, que sofre deformações em função do aquecimento, é calibrado pela ferramenta de calibração em suas regiões de moldagem. Então, a remanufatura acima mencionada é executada. Este método possibilita a produção de geometrias mais complexas que o método anteriormente descrito, por que a moldagem com simultânea temperagem é executada. Este método possibilita a produção de geometrias mais complexas que o método anteriormente descrito, por que a moldagem com simultânea temperagem é

25

30 somente aplicável na produção de formas lineares, e por que este método não é capaz de produzir formas complexas.

A GB 1 490 535 descreve um método de manufatura de um

componente de aço temperado, no qual uma placa de aço temperável é aquecida até a temperatura de temperagem e então colocada em um dispositivo de moldagem, no qual a placa é moldada no formato final desejado e, durante a moldagem, é ao mesmo tempo rapidamente resfriada para a obtenção de uma  
5 estrutura martensítica ou bainítica enquanto a placa permanece no dispositivo de moldagem. Por exemplo, um aço carbono com liga de boro ou um aço carbono manganês é utilizado como material base. De acordo com a aplicação de patente acima mencionada, a moldagem é feita preferencialmente por pressão, mas outros métodos também podem ser utilizados. A moldagem e o resfriamento devem ser  
10 preferencialmente executados rapidamente, para que seja obtida uma estrutura martensítica ou bainítica de grão finos.

A EP 1 253 208 A1 descreve um método de manufatura de uma placa de perfil temperada, a partir de uma placa moldada a quente e temperada em um molde de pressão, em formato de perfil. Na placa de perfil, são produzidos  
15 pontos de referência ou coleiras que se projetam do plano da placa, e que são usados para posicionar a placa de perfil em operações subseqüentes de produção. Durante o processo de moldagem, as coleiras devem ser formadas em áreas não perfuradas da placa; os pontos de referência são produzidos no formato de regiões estampadas nas bordas da placa, ou como pontos passantes ou coleiras dentro do  
20 contorno do perfil da placa. A moldagem a quente e a temperagem dentro do molde de pressão deve ser de modo geral vantajosa, em função da operação eficiente alcançada pela combinação dos processos de moldagem e temperagem em um molde. Mas a fixação da placa de perfil no molde e os estresses térmicos resultam na produção de deformações no componente, que não podem ser exatamente  
25 predeterminadas. Estes fatores podem ter um impacto negativo nas operações subseqüentes de produção, motivo pelo qual os pontos de referência são produzidos no perfil da placa.

A DE 197 23 655 A1 descreve um método de manufatura de produtos de chapas de aço, no qual um produto de chapa de aço é moldado  
30 enquanto está quente em um par de moldes resfriados, e temperado em uma estrutura martensítica enquanto ainda está no molde, de tal forma que o molde funcione como meio imobilizador durante a temperagem. Nas regiões a serem

usinadas após a temperagem, o aço deve ser mantido na escala de aços macios; nos moldes são utilizados insertos para prevenir o rápido resfriamento e a conseqüente formação de uma estrutura martensítica nessas regiões. Também deve ser possível atingir o mesmo efeito através de recessos nos moldes, de tal forma que um espaço vazio se forme entre a placa de aço e os moldes. Este método é desvantajoso em função da quantidade considerável de distorção que pode ocorrer, e o método em questão é inadequado para a temperagem por pressão de componentes com uma estrutura mais complexa.

A DE 100 49 660 A1 descreve um método de manufatura de peças moldadas de chapas de metal com reforços locais; a placa base da parte estrutural, quando plana, é fixada na placa de reforço em uma posição determinada, e essa, também chamada placa emendada composta, é então moldada como sendo uma unidade. Para melhorar o método de manufatura com respeito ao método de criação e aos resultados obtidos, e para aliviar o estresse dos mecanismos que executam o método, a placa emendada composta é aquecida a aproximadamente 800 a 850°C antes da moldagem, é rapidamente inserida e rapidamente moldada no estado quente, e então resfriada de modo definitivo através do contato com o molde resfriado a ar, mantendo o formato mecânico moldado. Particularmente a faixa de temperatura de 800 a 500°C, que é decisiva nesse aspecto, deve ser exposta a uma velocidade de resfriamento determinada. A etapa de unir a placa de reforço com a placa base deve ser facilmente integrável a processos de moldagem; as partes são soldadas diretamente uma à outra, o que pode produzir simultaneamente uma proteção efetiva contra corrosão na área de contato. Este método tem a desvantagem de exigir moldes muito complexos em função da área definida de resfriamento interno.

A DE 2 003 306 descreve um método e um dispositivo para a moldagem por pressão e temperagem de componentes de aço. O objetivo é o de prensar e temperar partes de placas de aço em um molde, evitando-se as desvantagens dos processos anteriores, em particular com as peças de chapas de aço manufaturadas em processos sucessivos e separados de moldagem por pressão e temperagem. Particularmente, o objetivo é o de prevenir que os artigos endurecidos ou temperados deformem em relação ao formato desejado e

necessitem passos adicionais de trabalho. Para alcançar este objetivo, uma peça de aço, após ser aquecida a uma temperatura que a induz ao estado austenístico, é colocada entre um par de moldes cooperantes, nos quais a peça é pressionada e ao mesmo tempo o calor é rapidamente dissipado da peça para os moldes. Os moldes são mantidos em temperatura fria durante todo o processo, para que a ação de temperagem seja exercida na peça enquanto ela está sujeita à pressão dos moldes.

A DE 101 20 063 C2 descreve a fabricação de componentes perfilados para motores de veículos, na qual um material base, fornecido em forma de cinta, é enviado a uma unidade perfiladora de rolos; ao sair desta unidade perfiladora de rolos, algumas regiões do material perfilado são aquecidas indutivamente até a temperatura necessária de temperagem e então temperadas em uma unidade de resfriamento. Depois disto, os perfis devem ser cortados no comprimento adequado para a moldagem dos componentes perfilados.

A US 6,564,604 B2 descreve o processo de manufatura de uma peça com elevadas propriedades mecânicas, na qual a peça produzida é estampada de uma tira de uma lâmina de aço e, em particular, de um componente revestido e laminado a quente, revestido com metal ou com uma liga metálica para proteger a superfície do aço, e no qual a lâmina de aço é cortada para a obtenção da lâmina bruta; a lâmina bruta é moldada a quente ou moldada a frio, e resfriada e temperada após a moldagem a quente, ou então aquecida e resfriada após a moldagem a frio. Uma liga intermetálica deverá ser depositada na superfície antes ou depois da moldagem, e deverá oferecer uma proteção contra a corrosão e a descarburização do aço; esta mistura intermetálica também poderá oferecer função de lubrificação. O excesso de material é então removido da lâmina bruta. Nesta etapa o revestimento é geralmente baseado em zinco ou em uma liga zinco-alumínio.

A EP 1 013 785 A1 descreve o processo de manufatura de um componente fabricado a partir de uma fita laminada de aço, em particular de uma fita laminada a quente. O objetivo deve ser, o de fornecer fitas laminadas de aço em espessuras de 0,2 a 2,0 mm que, entre outros aspectos, são revestidas após a laminação a quente, que estão sujeitas a uma deformação por calor ou frio, e que em seguida passam por um tratamento térmico no qual o objetivo é o de assegurar –

antes, durante e após a moldagem a quente ou o tratamento térmico – o aumento da temperatura sem que ocorra a descarburização do aço e a oxidação da superfície do laminado acima mencionado. Para este fim, o aço é fornecido com um metal ou uma liga metálica que assegura a proteção da superfície do laminado, então o laminado é submetido a um aumento de temperatura para a moldagem, e em seguida a moldagem da lâmina é executada e a peça é resfriada. Em particular, o laminado revestido deve ser prensado no estado quente e a peça produzida através de repuxamento profundo deve ser resfriada para o processo de temperagem, em uma velocidade de fato superior que a velocidade crítica de temperagem. A aplicação acima citada também descreve uma liga de aço, que deve ser apropriada para este fim, e esta chapa de aço deve ser austenitizada a 950°C antes de ser submetida à moldagem e temperagem no molde. O revestimento aplicado deve consistir, particularmente, de alumínio ou de uma liga de alumínio, e deve proporcionar não apenas proteção contra oxidação e descarburização, mas também servir como agente lubrificante. Contrastando com outros métodos conhecidos, este método de fato pode evitar o descamamento da peça metálica laminada após esta ser aquecida à temperatura de austenitização, mas, uma moldagem a frio como discutida na aplicação acima mencionada, é essencialmente impossível de ser executada com laminados aluminizados a fogo, por que a camada aluminizada a fogo tem uma ductabilidade muito baixa para permitir deformações maiores. Particularmente, o processo de repuxamento profundo para a produção de formatos complexos não pode ser utilizado com laminados deste tipo quando estão frios. Com um revestimento deste tipo, os procedimentos de moldagem a quente, isto é, a moldagem e a temperagem em um único molde são possíveis de serem executadas, mas o componente não terá, posteriormente, nenhuma proteção catódica. Adicionalmente, um componente deste tipo deverá ser usinado mecanicamente ou através de Laser após a temperagem, com a desvantagem anteriormente descrita do aumento de custos em função de passos adicionais de usinagem e da dureza do material. O processo também é desvantajoso por que todas as regiões da peça moldada, que forem cortadas mecanicamente ou a Laser, perdem qualquer proteção contra corrosão.

Da DE 102 54 695 B3 é conhecido o processo de

manufatura de um componente metálico moldado – em particular de um componente de carrocerias que consiste de um laminado de aço não temperado e moldável a quente – no qual o componente semi-acabado é moldado inicialmente através de um processo de moldagem a frio, em particular através de repuxamento profundo. Em seguida, as bordas do laminado são cortadas ao longo do contorno externo que corresponde aproximadamente ao contorno do componente a ser manufaturado. Finalmente, o componente cortado é aquecido e temperado sob pressão em um molde de moldagem a quente. O componente produzido desta maneira apresenta o contorno externo desejado imediatamente após a moldagem a quente, dispensando acabamentos subseqüentes nas bordas do componente. Este procedimento deve reduzir significativamente os ciclos de manufatura de componentes temperados a partir de laminados de aço. O aço utilizado deverá ser exposto ao ar durante a temperagem, e poderá ser utilizada uma atmosfera de proteção a gás para evitar a formação de crostas durante o aquecimento. De outra forma, uma camada de crostas no componente moldado sofrerá descamamento após a moldagem a quente do componente. A aplicação de patente acima mencionada, ressalta o fato de que durante o processo de moldagem a frio, o componente sai do molde com um formato próximo do contorno final; a expressão "próximo do contorno final" pretende significar, que as partes da geometria do componente acabado que são acompanhadas de fluxos macroscópicos de material, são completamente moldadas no componente laminado no final do processo de moldagem a frio. Após o processo final de moldagem a frio, a fabricação do componente em formato tridimensional requer apenas pequenas adaptações em seu formato, e para isso necessita de um fluxo mínimo de material no local. Este método apresenta desvantagem igual à anterior, um degrau de moldagem no contorno geral aparece durante o estado aquecido e, para evitar a formação de crostas, a abordagem conhecida deverá ser empregada, que envolve a temperagem em um envelope de gás de proteção, ou as peças necessitam ser descamadas. Ambos os processos requerem a subseqüente aplicação de uma camada de proteção contra corrosão.

Em resumo, está claro que todos os métodos acima mencionados compartilham as mesmas desvantagens na obtenção de uma ação otimizada de resfriamento e na tentativa de evitar deformações, e que passos estão

sendo tomados para atingir 100% de contato entre as peças moldadas e os moldes (a também chamada marcação de imagem de 100%).

5 Uma tal marcação de imagem requer um longo e intensivo trabalho de ajuste nos moldes, durante o qual é aplicada tinta nas regiões onde o componente não está perfeitamente assentado contra os moldes em toda a sua superfície. Correspondentemente, as superfícies dos moldes devem ser continuamente corrigidas. Apesar deste fato, todos os processos conhecidos de temperagem por pressão têm em comum, de modo repetitivo e não previsível, apesar de todos os cuidados tomados com o ajuste das ferramentas e das arestas de corte, que componentes retirados dos moldes apresentam deformações e bordas de corte deslocadas. Em função do alto grau de dureza, tais peças não podem mais ser retrabalhadas e, por exemplo, esticadas. Nos métodos conhecidos, o retrabalho é limitado ao acabamento final a Laser.

15 O objetivo da presente invenção é o de criar um método para a manufatura de componentes temperados a partir de laminados de aço, que reduza drasticamente o tempo de ajuste e o desgaste dos moldes, que forneça componentes confiáveis, livres de deformações, com alto grau de exatidão dimensional e de encaixe, e que possibilite eliminar etapas de retrabalho das peças de trabalho.

20 O objetivo é alcançado com um método que tem as características definidas na reivindicação 1; modificações vantajosas são descritas nas reivindicações dependentes.

25 Um outro objetivo é o de criar um dispositivo para a manufatura de componentes temperados a partir de laminados de aço, que requeira um menor tempo de ajuste, que seja menos suscetível a desgastes, que requeira menor tempo de conserto, e que forneça componentes livres de deformações, confiáveis e com alto grau de exatidão dimensional e de encaixe.

30 Este objetivo é atingido com um dispositivo que tem as características definidas na reivindicação 21. Modificações vantajosas são descritas nas reivindicações dependentes.

A presente invenção é baseada no reconhecimento, de que o problema principal de processos de temperagem por pressão reside no fato de que

o ajuste de ferramentas com laminados pré-moldados, e particularmente com laminados de repuxamento profundo, requer que a ferramenta seja ajustada para os laminados em questão, para que exista um contato quase perfeito entre estes laminados e o molde. Entretanto, os laminados de aço pré-moldados e particularmente os laminados de aço de repuxamento profundo, com os quais os moldes de temperagem são ajustados, também são laminados de aço fabricados com novos moldes de moldagem, e que também se encontram no estado de ajuste. Um contato efetivo em toda a área das metades de cada molde com a peça de trabalho é praticamente nunca alcançado, por um lado por causa do desgaste do molde de repuxamento profundo e do molde de temperagem e, por outro lado, em função das tolerâncias na espessura do laminado de aço fornecido ou das diferenças de espessura do material resultante da moldagem a frio, a também chamada extração de material. No entanto, isto também significa que a peça de trabalho é prensada em determinadas regiões com muita força, enquanto que em outras quase com força nenhuma. Entre estes dois extremos, o laminado pode ser fixado em muitas regiões com forças situadas entre a força máxima e uma força praticamente inexistente. Estas regiões, nas quais a fixação ocorre com força máxima, força mínima ou com forças situadas entre elas, não podem ser prognosticadas. Elas estão, entretanto, freqüentemente também situadas na região do flange.

A invenção tornou possível determinar, que a inevitável contração do componente pode ser prevenida nas regiões nas quais ele está fortemente fixado e, nas regiões nas quais as forças de fixação são menores, a contração acontece sem que seja possível prever com que intensidade. Em conseqüência, diferentes propriedades de materiais e propriedades de peças moldadas, particularmente diferentes estados de estresse e de encolhimento são gerados. Os resultados são componentes deformados e particularmente retorcidos. Também foi possível determinar, que a conversão da fase austenística para martensítica não contribui de forma significativa para que a contração não ocorra linearmente com a temperatura, o que torna ainda mais complexas as considerações correspondentes.

No método de acordo com a presente invenção, os

componentes pré-moldados e particularmente os de repuxamento profundo, são aquecidos até a temperatura necessária para a temperagem e então transferidos a um molde. De acordo com a invenção, o objetivo de utilizar a maior área possível de fixação ou prensagem é abandonado, e a prensagem de áreas parciais é intencionalmente utilizada. Como resultado, fixação e retenção confiáveis podem ser obtidas em regiões nas quais a fixação acontece com pressão extremamente alta. Mas isto ocorre, preferencialmente, com uma pressão suficiente no local para deslocar, forjar material ou remover irregularidades ou excessos localizados nas superfícies. Como resultado, o material se adapta mais facilmente à superfície do molde e o atrito entre o molde e o material aumenta. O material é, portanto, ajustado a uma espessura máxima uniforme nas regiões de prensagem. A força total de prensagem da prensa pode, entretanto, ser menor do que a força necessária nos métodos de prensagem da superfície total, permitindo a utilização de prensas de menor custo. Neste caso, o componente é mantido em uma posição fixa pelo menos nas regiões das arestas de corte. No contexto desta invenção, o termo "arestas de corte" se refere às bordas externas e aos furos ou suas arestas.

Adicionalmente, o componente pode ser intencionalmente fixado ao longo do seu comprimento ou área. Para este fim, as regiões de fixação podem se estender linearmente ou em forma de uma grade sobre toda a área ou sobre áreas parciais da peça de trabalho. Como resultado, o componente pode ser dotado de regiões de dureza ou curvas de dureza adaptadas para um melhor comportamento em colisões. Por exemplo, a prensagem pode ocorrer ao longo das principais linhas de estresse ou linhas de fluxo, com isso oferecendo regiões com um maior grau de dureza. Esta prensagem ou fixação também pode prevenir torções induzidas por deformações, particularmente quando a peça de trabalho é removida do molde. As regiões não prensadas, que apresentam uma resistência menor, possivelmente em função de uma razão de resfriamento menor, podem se constituir de uma reserva de deformação, de tal forma que o componente temperado não quebre quando exposto a estresse – o que é normalmente o caso com componentes homogeneamente temperados ou com componentes temperados por pressão – e que seja capaz de se deformar levemente. Isto previne que o componente se solte no evento de um acidente.

Nas regiões nas quais o componente não é prensado, ou ele repousa contra um dos lados de uma metade do molde, e é afastado levemente da outra metade do molde por um espaço de ar, ou ele é afastado das duas metades do molde por um espaço de ar.

5 De acordo com a presente invenção, nas regiões nas quais que não ocorre prensagem, o componente é suportado pelo menos nas regiões próximas dos raios positivos do molde ou das metades do molde. Nas regiões dos pontos de sujeição com um raio pequeno de 0,5 a 30 mm, a peça de trabalho é prensada ou fixada favoravelmente. Neste caso, pontos de sujeição são definidos de  
10 tal forma que na região de um ponto de sujeição ou área de sujeição, a peça de trabalho tenha um raio positivo com relação a dois eixos espaciais.

Isto também significa, que na região do raio positivo a peça de trabalho repousa apenas contra uma metade do molde, mas não contra a metade oposta do molde. Surpreendentemente foi observado, que com um espaçamento de  
15 ar desse tipo e com os ajustes corretos de acordo com esta invenção, é possível influenciar positivamente e particularmente controlar o resfriamento e conseqüentemente a temperagem. De acordo com a invenção, o espaçamento de ar também pode ajustado para que em regiões previamente selecionadas, o componente seja menos temperado que em outras. Isto pode ser útil, por exemplo,  
20 se determinadas zonas de um componente devem ter uma dureza menor e ainda ter capacidade de deformação. Além disso, uma zona de menor dureza ("Härtesack") pode ser evitada através da redução da dureza do material base. De acordo com a invenção, o espaçamento de ar é/são incorporados com uma largura de pelo menos 0,02 mm e preferencialmente de 0,1 a 2,5 mm ou maior.

25 De acordo com a invenção, a moldagem de componentes, e o acabamento e a perfuração de componentes, são executados essencialmente ou completamente no estado não temperado. A capacidade relativamente boa de deformação do material laminado no estado não temperado, permite a obtenção de componentes de geometria mais complexa e substitui custosos acabamentos  
30 subseqüentes no estado temperado, com custos de operações mecânicas de corte significativamente menores antes do processo de temperagem.

Nas regiões nas quais o componente é fixado, entretanto,

uma operação de corte dentro da região de fixação, isto é, na parte interna do componente, por exemplo a produção de um furo ou recesso, ou o corte de uma parte ou o corte do contorno externo inteiro, pode ocorrer no estado quente. Para o corte da parte interna do aço, as regiões de fixação de cada metade do molde são dotadas de recessos correspondentes, que acomodam a ferramenta de corte. Para o corte de um contorno, uma ferramenta de corte é providenciada adjacente a ele, mas fora da região de fixação. O corte a quente ocorre preferencialmente com o componente aquecido em temperaturas entre 380°C e 800°C. Como resultado, as regiões que devem se contrair livremente, não são influenciadas nem impedidas de qualquer forma.

As inevitáveis alterações dimensionais decorrentes do aquecimento do componente são levadas em consideração durante a moldagem do laminado frio, de tal forma que o componente é manufaturado para ser aproximadamente de 0,6 a 1.0% menor e particularmente 0,8% menor que as dimensões finais. Em outras palavras, a esperada expansão térmica durante a moldagem é levada em consideração. Mesmo sendo de menor tamanho, entretanto, o componente é moldado e acabado completamente e de maneira precisa com relação ao contorno final.

De acordo com outra modalidade de execução do método em questão, na usinagem a frio do componente, isto é, na moldagem, corte e perfuração, pode ser suficiente manufaturar as regiões de alta complexidade, de moldagem profunda e possivelmente de tolerâncias restritas, particularmente das arestas de corte, bordas moldadas e superfícies moldadas, e possivelmente a disposição dos furos e particularmente dos furos de referência com as tolerâncias finais desejadas, e particularmente as tolerâncias de posição e de acabamento do componente temperado; desta forma, a expansão térmica do componente, decorrente do aquecimento, deve ser levada em consideração e compensada.

Isso significa que na primeira modalidade preferida de execução, após a moldagem a frio, o componente é aproximadamente 0,8% menor que as dimensões finais desejadas do componente acabado e temperado. Neste contexto, "menor" significa que após a moldagem a frio, a moldagem do componente está completa em todos os três eixos espaciais, isto é, tridimensionalmente. A

expansão térmica é, portanto, levada em consideração com medidas iguais em todos os três eixos espaciais. Nos fundamentos da invenção, a expansão térmica, por exemplo resultante do fechamento incompleto do molde, não pode ser levada em consideração para todos os eixos espaciais, pois neste caso só seria possível  
5 levar em consideração a expansão em direção ao eixo Z, em função de uma remoção incompleta do molde. De acordo com a presente invenção, a geometria tridimensional ou o contorno do molde é preferencialmente produzido para ser menor em todos os três eixos espaciais.

Para executar o método, o laminado fino, galvanizado e não  
10 temperado é primeiramente recortado em pedaços.

Os recortes preparados podem ser retangulares, trapezoidais ou recortes moldados. Todos os processos de corte conhecidos podem ser utilizados para a produção dos recortes. Preferencialmente são utilizados processos de corte que não introduzem muito calor na chapa durante o processo de  
15 corte, o que evita que a chapa seja temperada.

Então, moldes de moldagem a frio produzem partes moldadas a partir dos recortes. Esta produção de partes moldadas inclui todos os métodos e/ou processos que são capazes de produzir estas peças moldadas. Por exemplo, os seguintes métodos e/ou processos são apropriados:

20 moldes compostos seqüenciais,  
concatenações de moldes individuais,  
moldes graduados,  
prensas hidráulicas,  
prensas mecânicas,  
25 moldagem por explosão, moldagem eletromagnética,  
hidromoldagem tubular, moldagem de recortes,  
e todos os processos de modelagem a frio.

Com os moldes convencionais mencionados acima, o acabamento final é realizado após a moldagem e, particularmente, após o  
30 repuxamento profundo.

De acordo com a invenção, a peça moldada que foi moldada no estado frio, é manufaturada para ser aproximadamente 0,8% menor que a

geometria do componente final, portanto compensando a expansão térmica que ocorre durante o aquecimento.

5 As peças moldadas, manufaturadas de acordo com os processos acima mencionados, devem ser moldadas a frio com dimensões dentro da escala de tolerâncias do componente acabado requeridas pelo cliente. Se na moldagem a frio acima mencionada ocorrerem tolerâncias maiores, estas podem ser parcialmente corrigidas, em grau extremamente pequeno, durante o processo de temperagem, como será discutido em detalhes abaixo. A correção de tolerâncias durante a temperagem de moldados, entretanto, é preferencialmente executada apenas para desvios de formato. Tais erros de formato podem, portanto, ser corrigidos após uma sessão de calibração a quente. O processo de correção, entretanto, deve ser limitado, se possível, a apenas um processo de dobragem; arestas de corte que dependem da quantidade de material (em relação ao formato da aresta) não devem e não podem ser posteriormente influenciadas, isto é, se a geometria das arestas de corte não for correta, nenhuma correção poderá ser efetuada no molde de temperagem. Em resumo, fica portanto claro que a escala de tolerâncias com relação às arestas de corte, corresponde à escala de tolerâncias durante a moldagem a frio e do processo de temperagem.

20 Em uma modalidade vantajosa de execução do método de acordo com a presente invenção, durante a moldagem a frio, isto é, durante o repuxamento profundo, por exemplo, é produzido um flange intrinsecamente adjacente ao componente pré-moldado a frio e próximo da aresta de corte. Após a formação do flange, é executado o acabamento externo na região do flange. Isto traz a vantagem, do corte ser produzido paralelamente à direção de abertura e fechamento do molde de pressão. Mesmo nos componentes nos quais um flange não é desejado, pode ser vantajoso produzir este flange no estado frio para o propósito do corte acima mencionado. O flange é então subsequentelemente removido no decorrer do processo de temperagem, como será descrito abaixo.

30 Depois que o componente está completamente moldado, o componente moldado e acabado é aquecido a uma temperatura de temperagem superior a 780°C, particularmente de 800°C a 950°C, e mantido nesta temperatura por alguns segundos ou alguns minutos, até que pelo menos a desejada

austenitização aconteça. Neste processo, o componente se expande em 1%, de tal forma que após a temperagem e pouco antes da inserção, seu tamanho aumenta em 0,2%.

5 Após o processo de aquecimento, o componente é sujeitado aos passos de moldagem e temperagem de acordo com a presente invenção.

O aquecimento e temperagem em molde serão descritos abaixo através de exemplos.

10 Para a execução do processo particular de temperagem em molde, uma peça é primeiramente retirada de uma correia transportadora por um robô e inserida em uma estação de marcação, de tal forma que cada peça possa ser compreensivelmente marcada antes da temperagem em molde. O robô então coloca a peça em um transportador intermediário, o transportador intermediário transfere a peça através de uma correia transportadora para dentro do forno, e a peça é aquecida.

15 Como exemplo, um forno contínuo com aquecimento por convecção é utilizado para o processo e aquecimento. Entretanto, qualquer outro tipo de unidade de aquecimento ou forno poderá ser utilizado, particularmente fornos nos quais as peças moldadas são aquecidas eletromagneticamente ou com microondas. As peças moldadas são movimentadas através do forno pelo  
20 transportador intermediário; o transportador intermediário é construído de tal forma a evitar que a camada de proteção contra corrosão seja transferida para os roletes do forno contínuo ou removida por abrasão durante o aquecimento.

No forno, as peças são aquecidas a uma temperatura maior que a temperatura de austenitização da liga utilizada.

25 Depois que as peças estão aquecidas na temperatura máxima, e para que seja obtida a temperagem completa, um resfriamento a partir de uma temperatura mínima ( $>700^{\circ}\text{C}$ ) deve ser executado com velocidade mínima  $>20\text{K/s}$ . Esta velocidade de resfriamento é obtida na subsequente temperagem em molde.

30 Para a execução deste processo, um robô retira a peça do forno em temperatura de  $780^{\circ}\text{C}$  a  $950^{\circ}\text{C}$ , particularmente em temperatura de  $860^{\circ}\text{C}$  a  $900^{\circ}\text{C}$ , também dependente da espessura, e a coloca no molde de temperagem.

Durante a manipulação ou manuseio, a peça moldada perde aproximadamente de 10°C a 80°C, em particular 40°C; o robô para a inserção é preferencialmente desenhado para que a peça seja inserida com alta velocidade e de modo dimensionalmente correto no molde de temperagem. O robô coloca a peça moldada em um elevador de peças e a prensa é rapidamente abaixada, deslocando o elevador de peças e imobilizando a peça. Este processo assegura que o componente seja corretamente posicionado e guiado até que o molde se feche. No momento em que a prensa, e conseqüentemente o molde é fechado, a peça continua com uma temperatura de pelo menos 780°C. A superfície do molde está em uma temperatura menor que 50°C, como resultado a peça é rapidamente resfriada a uma temperatura de 80°C a 200°C. Após o término da conversão austenística/martensítica, isto é, abaixo de 200°C, o componente já pode ser removido. Isto economiza tempo em relação aos fundamentos anteriores. A peça pode permanecer, naturalmente, no molde para um resfriamento adicional. Durante a temperagem, os espaçamentos de ar podem ser esgotados com gás, particularmente com gases inertes. Se necessário, os gases podem exercer função de resfriamento.

O processo sujeita o molde a choques térmicos nas regiões nas quais ele repousa contra a peça de trabalho; o método de acordo com a presente invenção faz com que seja possível – particularmente quando nenhum passo de moldagem é executado durante a temperagem – desenhar o molde, com respeito ao seu material base, com alta resistência contra choques térmicos. Nos métodos tradicionais, o molde também deve ter alta resistência à abrasão, o que no entanto não é relevante no processo em questão e faz com que o molde seja principalmente mais econômico.

Durante a inserção da peça moldada, cuidados devem ser tomados para que a peça cortada e perfurada seja inserida corretamente no molde de temperagem. Ângulos podem ser corrigidos com uma simples dobragem, mas excessos de material não podem ser eliminados. Por esta razão, as arestas de corte devem ser cortadas de uma maneira dimensionalmente correta em relação às arestas do molde. As arestas cortadas devem ser imobilizadas durante a temperagem em molde, para prevenir que as arestas de corte se desloquem.

Em outra modalidade vantajosa de execução do método, uma moldagem adicional a quente pode ser executada, particularmente na região das arestas de corte. Como descrito acima, durante a moldagem do componente a frio, pode ser vantajoso dotar a região da aresta de corte com um flange, que no  
5 entanto não deve estar presente no componente acabado. Moldar um tal flange durante o processo de repuxamento profundo faz com que seja possível executar o corte perpendicularmente à direção de abertura e fechamento do molde, com isto permitindo um corte particularmente exato, preciso e simples. Durante o processo de  
10 temperagem em molde, o flange moldado do componente quente inserido no molde, é correspondentemente remoldado ou encostado contra o molde quando o molde está fechado, sem que o material seja esticado. Para este fim, na região na qual o flange está presente, é providenciado um deslizador correspondente; o molde para o processo de temperagem em molde é inicialmente fechado, até que o componente seja fixado pela parte superior do molde em uma determinada região. Os  
15 deslizadores são então movimentados para dentro e pressionam o flange contra o molde no qual o componente está repousado. Como o componente é fixado de qualquer maneira na região das arestas de corte, os deslizadores executam a função de fixação nesta região; a fixação e/ou a subsequente contração forçada faz com que este objetivo seja surpreendentemente bem alcançado, de tal forma que a  
20 aresta dobrada do flange se torna praticamente invisível ou não detectável no componente acabado.

Fundamentalmente também é possível utilizar esse método com deslizadores para moldar ou dobrar certas partes do componente no estado quente; uma moldagem parcial a quente não contradiz o princípio da contração  
25 forçada.

Então, um robô retira as peças da prensa e as coloca em um *rack* onde continuam a ser resfriadas. Se desejado, o resfriamento pode ser acelerado com um sopro adicional de ar ou através de imersão em fluidos.

A temperagem em molde de acordo com a presente  
30 invenção, sem passos relevantes de moldagem, e o fechamento do moldado apenas entre o molde e as arestas da peça de trabalho com suporte simultâneo nos raios positivos do componente moldado, garantem que a peça de trabalho seja resfriada

sem deformações. Em processos convencionais de moldagem, o resfriamento definitivo e reproduzível acontece apenas quando o processo de moldagem alcança um ponto no qual o material repousa contra ambas as metades do molde, ou quando o material entra em contato imediato com todos os lados das metades do molde em posição fechada; isto leva a falhas de homogeneidade na resistência. No estado atual, a peça moldada repousa contra ambas as metades do molde, sendo que apenas as regiões das arestas de corte e seus raios positivos repousam contra uma das metades do molde. Isso evita a contração na região das arestas de corte, enquanto que no restante do componente a contração ocorre, o que é utilizado para que o componente volte a repousar contra o molde e, se necessário, seja submetido a dobragens subseqüentes. Isso também faz com que seja possível executar correções subseqüentes de erros de moldagem ocorridos durante o repuxamento profundo.

O acabamento final das peças produzidas com repuxamento profundo é executado seqüencialmente no modo tradicional. Com a invenção, o componente pode ser provido de abas protuberantes para permitir a colocação do componente em um elevador de peças. Estas partes são temperadas juntamente com o próprio componente, pelo menos na região de união. Através de uma seqüência especial de movimentos, de acordo com a presente invenção, particularmente do elevador de peças após a temperagem e antes da abertura do molde, estas abas são simplesmente quebradas. Isso pode assegurar um alto grau de confiabilidade no manuseio e, por outro lado, as abas não necessitam ser cortadas como nos modos de execução tradicionais.

A invenção será explicada através de um exemplo em conjunto com os desenhos.

A Figura 1 mostra um gráfico ilustrando a curva de dilatação de uma amostra de uma chapa de aço temperável.

A Figura 2 mostra a curva de acordo com a Figura 1, com setas indicando o aquecimento e o resfriamento.

A Figura 3 mostra um detalhe da curva de acordo com a Figura 2.

A Figura 4 mostra as curvas de fluxo de uma chapa de aço

temperada em diferentes temperaturas.

A Figura 5 é uma representação esquemática de um jogo de moldes de acordo com a presente invenção, com uma chapa de aço a ser temperada.

5 A Figura 6 é uma representação esquemática específica de deslizadores de moldes de acordo com a Figura 5.

A Figura 7 mostra um dispositivo para a quebra das abas de manipulação de uma chapa processada.

10 A Figura 8 mostra outro modo de execução de um dispositivo de acordo com a Figura 7.

A Figura 9 mostra a seqüência de processos do método de acordo com a presente invenção.

As Figuras 10 a 14 mostram a seqüência de processos de acordo com a presente invenção, aplicada a uma peça automotiva.

15 A Figura 15 mostra a representação esquemática específica da seqüência de processos de acordo com a presente invenção, com relação a mudanças de tamanho e aos componentes manuseados.

A Figura 16 mostra um fluxograma do método de acordo com a presente invenção.

20 A Figura 17 mostra a representação esquemática específica de um componente, que possui um flange de corte moldado no estado frio, e também mostra sua direção de moldagem.

25 A Figura 18 mostra um molde de temperagem equipado com dois deslizadores, para a moldagem de um componente a quente de acordo com a Figura 17.

30 De acordo com a presente invenção, um componente a ser moldado é cortado e moldado no estado frio. No estado frio, isto é, antes da temperagem, o componente tem uma dureza inerente que é padrão de laminados de aço. Neste estado, a chapa apresenta uma capacidade razoavelmente boa de ser cortada, moldada, e particularmente de ser repuxada a fundo (Figura 10). O componente é moldado em todos os três eixos espaciais, para ser aproximadamente 0,8% menor que a geometria final desejada. Para que o componente seja

temperado, o componente é aquecido até a temperatura de austenitização, particularmente a mais de 900°C. O aquecimento do componente ocorre de tal maneira, que o aumento no comprimento do material, que surge em função das modificações estruturais, e que por sua vez acontecem em função da austenitização, seja finalizado (Figura 1). Da Figura 1 fica claro que, com componentes de amostra a aproximadamente 750°C, a expansão térmica inicial e linear diminui à medida que a temperatura sobe para aproximadamente 820°C e então começa a aumentar novamente. Essa irregularidade na expansão linear deve estar finalizada antes que a peça de trabalho seja inserida no molde.

No molde, o componente (Figuras 5, 6) é fixado pelo menos na região das arestas de corte (margens). Em função do resfriamento, o componente tende a se contrair, mas é essencialmente impedido pelos fixadores e pelo formato do molde. Isto gera estresses elásticos significativos que resultam no aparecimento de deformações plásticas no componente. O raio positivo (Figura 10) "suporta" o componente, de tal forma que o componente repousa contra os moldes de moldagem nas regiões correspondentes. Em função da contração, o componente assume esta forma; aqui, também, as imprecisões da moldagem do componente frio e macio podem ser corrigidas. O componente é mantido no molde pelo menos até que a conversão austenítica/martensítica esteja concluída (Figuras 2, 3). Este é, definitivamente, o caso em temperaturas aproximadas de 250°C. Então, uma contração linear se inicia. Se o componente for removido do molde na temperatura aproximada de 250°C, então ele pode se contrair livremente em aproximadamente 0,2% a mais. Se o componente for mantido no molde, ele se contrai em aproximadamente 0,2% quando é removido do molde, o que, entretanto, foi levado em consideração na moldagem inicial.

Na prática (Figuras 11 a 14) a produção acontece de tal forma, que primeiro as chapas são recortadas de uma lâmina. As chapas de moldagem são então moldadas, particularmente por repuxamento profundo (Figura 12), e então o excesso é cortado. Normalmente o corte acontece seqüencialmente, de tal forma que a totalidade do excesso não seja cortada em um único passo, e sim em dois ou três passos, pois de outra forma, o excesso retirado não poderia ser facilmente removido do molde. Adicionalmente, abas são mantidas na peça (Figura

14) para permitir a colocação da peça nos assim denominados elevadores de peças, e também para permitir que a peça seja removida do molde através destas abas. De acordo com a presente invenção, com componentes simples acontece apenas um único passo de corte; neste passo único de corte, as abas são mantidas em seus lugares por serem necessárias para a subsequente inserção no molde (Figuras 13, 16), e então a peça é inserida no molde (Figuras 7, 8); nas regiões nas quais as abas são inseridas no molde, entalhes são produzidos e as abas são temperadas juntamente com toda a peça de trabalho. Durante a remoção do componente do molde, elementos de pressão quebram as abas na região próxima dos entalhes, de tal forma que removido do molde o componente esteja completamente acabado.

Um molde de moldagem de acordo com a presente invenção será explicado em detalhes abaixo.

Por exemplo, o molde de moldagem 1 (Figuras 7, 8) consiste de uma metade de um molde de moldagem superior 2 e de uma metade de um molde de moldagem inferior 3. No exemplo, o componente 4 a ser temperado tem o formato bruto de um copo ou chapéu, com uma superfície inferior 5, duas paredes laterais 6, 7, e duas regiões de flanges laterais 8, 9. A transição da superfície inferior 5 para as paredes laterais 6, 7 acontece nas curvas 10, 11. A transição das paredes laterais 6, 7 para os flanges 8, 9 acontece nas duas curvas 12, 13. Na proximidade das curvas 10, 11, a metade superior do molde 2 forma um raio positivo em relação à peça moldada 4; na proximidade das curvas 12, 13, a metade inferior do molde 3 forma um raio positivo em relação à peça moldada 4. Na região do raio positivo, a peça de trabalho 4 repousa contra as respectivas metades do molde. Oposto a estes raios positivos, espaçamentos de ar 14 são providenciados, que se estendem para a superfície inferior 5 e para as paredes laterais 6, 7. Na região central das paredes laterais os espaçamentos de ar 14 podem se sobrepor, de tal forma que em algumas regiões da parede lateral e possivelmente sobre toda a parede lateral, o componente pode não ter contato com as metades do molde. Na região das arestas de corte 15, a metade superior do molde de moldagem ou a metade inferior do molde de moldagem, adjacente aos espaçamentos de ar 14, pode ser dotada de projeções ou áreas salientes 16, de tal forma que as regiões correspondentes da peça de trabalho 4 são ali fixadas.

Os espaçamentos de ar 14 têm uma largura de no mínimo 0,02 mm e preferencialmente de 0,1 a 2,5 mm ou maior.

Em moldes bastante simples pode ser suficiente, em casos extremos, suportar apenas e exclusivamente os raios positivos na região das curvas 10, 11, 12, 13 através de projeções de segmentos circulares, e não suportar o restante da peça de trabalho, e sim, fixá-la apenas na região das arestas de corte 15.

Para obter uma fixação confiável na região das paredes laterais ou na região dos pontos de inflexão ou pontos de sujeição de pequeno raio (aproximadamente 0,5 – 30 mm) (Figura 6), sem que inserção da peça de trabalho no molde seja obstruída ou que a peça de trabalho tenha contato prematuro com certas áreas do molde, uma ou mais ferramentas de deslizamento 17, 18 podem ser providenciadas em uma das metades do molde de moldagem ou nos lados opostos de ambas as metades do molde de moldagem 2, 3, de tal forma que as ferramentas de deslizamento sejam movimentadas preferencialmente durante o fechamento do molde, em direção à metade oposta do molde de moldagem ou uma contra a outra e, por exemplo, se fixem em furos na região da parede lateral. Durante a temperagem e contração da peça de trabalho, este processo assegura uma fixação confiável mesmo na região dos furos das paredes laterais.

Para fixar a peça de trabalho em sua área e comprimento, particularmente com padrões lineares, romboidais ou do tipo grade, o molde apresenta um padrão correspondente de linhas, rombóides ou grades em uma área elevada com as respectivas linhas, rombóides ou grades. Estas linhas e estes apoios são alinhados uns com os outros, de tal forma que uma fixação confiável possa acontecer. Pode ser vantajoso, neste contexto, providenciar estes apoios de fixação em apenas um dos lados da peça de trabalho, isto é, em uma das metades do molde, e assegurar que a superfície tenha contato pleno com a outra metade do molde. Esta tarefa é mais facilmente executada com a alta pressão de moldagem dos tirantes de fixação, do que com uma marcação de imagem de 100% em ambas as metades do molde. Também é possível, entretanto, utilizar apoios de fixação nos lados opostos da peça de trabalho. Os apoios de fixação podem ser montados ou no molde ou podem ser providenciados no formato de elementos de inserção. De

acordo com a presente invenção, tais apoios de fixação são particularmente aplicados em regiões nas quais a peça de trabalho deve ser fixada com firmeza, para que, particularmente com componentes muito compridos ou de área muito ampla, seja evitada a torção em função de estresses térmicos ou estresses de resfriamento e para que seja evitada a deformação. Os apoios de fixação têm preferencialmente uma largura de 5 a 20 mm.

A fixação da superfície total nessas regiões relativamente pequenas, em ambos os lados, é vantajosamente executada adjacente aos pontos de sujeição. Pontos de sujeição são definidos como pontos ou regiões nas quais dois raios positivos de dois eixos espaciais do molde coincidem, e onde cada um dos dois raios positivos tem um raio relativamente estreito de 0,5 a 30 mm.

No caso mais simples, entretanto, o componente é pressionado apenas na região das arestas de corte, é suportado pelas metades respectivas do molde de moldagem apenas nas regiões de raio positivo, e não entra em contato com as metades do molde de moldagem nas regiões restantes. Nessas regiões restantes, o componente é afastado das metades do molde de moldagem por um pequeno espaçamento de ar; a largura do espaçamento de ar pode ser escolhida de acordo com a ação de resfriamento desejada. Nesse contexto, espaçamentos de ar muito pequenos, por exemplo de 0,02 a 0,05 mm, dificilmente tem alguma influência no resfriamento, enquanto que grandes espaçamentos de ar, por exemplo de 1,00 a 2,5 mm e maiores, têm uma influência considerável na capacidade de resfriamento e, portanto, na dureza do material.

Para quebrar as abas acima mencionadas, adjacentes à borda longitudinal 15 e no local a partir do qual uma aba 20 se projeta, uma ferramenta chanfradora 21 pode ser providenciada (Figuras 7, 8); por exemplo, esta ferramenta chanfradora 21 é uma projeção na região do molde. Do lado oposto da ferramenta chanfradora, é providenciado um dispositivo de pressionar para baixo 22 ativado por mola; o dispositivo de pressionar para baixo 22 ativado por mola tem uma superfície de apoio 23 que é inclinada na direção da saída. Do lado oposto do dispositivo de pressionar para baixo 22 (Figura 7), é providenciado o elevador de peças 24; o elevador de peças 24 é equipado com um suporte projetado 25 no qual a aba 20 repousa. Após a temperagem ter sido completada, a aba 20 pode ser

levantada pela projeção 25 de tal forma que com o auxílio da ferramenta de chanfragem 21, ela é levantada em um ângulo contra a borda longitudinal próxima da ferramenta de chanfragem 21; assim que a aba 20 repousa contra a superfície inclinada 23, o dispositivo de pressionar para baixo 22 pode ser levantado contra a  
5 força da mola. Em função do alto grau de dureza e fragilidade do material, a aba se quebra na região da ferramenta de chanfragem 21.

Em outra modalidade vantajosa de execução (Figura 8), o elevador de peças 24 está situado do mesmo lado da peça de trabalho e do dispositivo de pressionar para baixo 22; o elevador de peças 24 está suportado da  
10 mesma maneira por uma mola. A ferramenta de chanfragem 21 está localizada do lado oposto do elevador de peças 24 e do dispositivo de pressionar para baixo 22. No lado oposto da peça de trabalho, a partir do elevador de peças 24, é providenciada uma ferramenta quebradora 26, que pode se mover para frente e para trás em relação ao elevador de peças 24, que pode ser posicionada com uma  
15 projeção lateral 27 contra a aba, e que dobra e quebra a aba em relação à ferramenta de chanfragem 21; a ferramenta quebradora 26 repousa contra o elevador de peças 24, enquanto que a projeção 25 do elevador de peças e a projeção 27 do molde envolvem a aba 20 e, com um movimento adicional da ferramenta quebradora 26, o elevador de peças se move de encontro à força de  
20 ação da mola 28 até que a aba 20 se quebre na região da ferramenta de chanfragem 21.

Este processo pode ser controlado de tal forma que a quebra ocorra na temperatura de rompimento mais apropriada.

Esta providência faz com que seja possível reduzir  
25 drasticamente o custo total de equipamentos. Também torna possível, particularmente, eliminar um passo de corte.

Nas regiões nas quais a peça de trabalho é fixada, entretanto, uma operação de corte – por exemplo a produção de um furo, recesso, ou o corte de uma parte situada externamente à aresta de corte no estado aquecido  
30 – também pode ocorrer dentro da região de fixação. Para este fim, as metades do molde são dotadas de recessos correspondentes nas regiões de fixação. O corte a quente ocorre preferencialmente com o componente em temperaturas entre 380°C e

800°C.

Em outra modalidade vantajosa de execução do método de acordo com a presente invenção (Figuras 17, 18), durante a moldagem no estado frio, isto é, durante o repuxamento profundo é produzido, por exemplo, um flange 31 de modo intrinsecamente conhecido e adjacente ao componente pré-moldado a frio 29 e próximo da aresta de corte 30. Após a formação do flange 31, é executado o acabamento externo na região do flange 31. Isso traz a vantagem do corte ser produzido em paralelo com a direção de abertura e fechamento do molde da prensa. Nos componentes nos quais um flange não é de fato desejado, mesmo assim pode ser vantajoso produzir esse flange no estado frio para os propósitos de corte acima mencionados. O flange é então subsequenteiramente removido durante o processo de temperagem, como será descrito mais abaixo.

Nesta modalidade preferida de execução do método, uma moldagem adicional a quente pode ser executada, particularmente nas proximidades da aresta de corte 30 ou do contorno externo. Como descrito acima, durante o processo final de moldagem a frio do componente 29, pode ser vantajoso dotar a região da aresta de corte 30 com um flange 31, que tem a única função de ser cortado e que de fato não foi projetado para ser parte do componente acabado 29. A formação de um tal flange 31 durante o repuxamento profundo, permite que o corte seja produzido perpendicularmente à direção de abertura e fechamento do molde, com isso possibilitando a execução de um corte particularmente exato, preciso e simples. Durante o processo de temperagem do componente 29 quente, que foi inserido no molde 1, este flange formado é correspondentemente remoldado ou encostado contra o molde 1 quando o molde 1 está fechado (seta 32). Para este fim, na região ocupada pelo flange 31, um deslizador 33 é correspondentemente providenciado; o molde 1 do processo de temperagem é primeiramente fechado até que o componente 29, por exemplo, em uma região particular 34, é fixado pela peça superior 2 do molde; então os deslizadores 33 são movimentados para dentro (seta 35) e pressionam o flange 31 com as regiões protuberantes correspondentes ou áreas elevadas 36 contra o molde 1 ou contra a parte inferior 3 do molde no qual o componente 29 repousa. Como o componente 29 é fixado de qualquer maneira na região das arestas de corte 30, os deslizadores 33 e as áreas 36 executam a função

de fixação nesta região; a fixação e a subsequente contração forçada surpreendentemente atingem este objetivo tão bem, que a borda dobrada previamente existente no flange 31 é praticamente invisível ou não detectável no componente acabado.

5 De um modo intrinsecamente parecido, um flange ou deflexão também pode ser produzido no estado quente, nas proximidades das arestas de corte ou do contorno externo. Para este fim, um deslizador exerce a correspondente ação em uma região projetada da chapa, dobra-a ao ângulo desejado, e então fixa o flange, a aresta de corte do flange ou a região de  
10 dobragem, enquanto que a região restante é opcionalmente não fixada, em contradição ao princípio da contração forçada.

Como resultado, por exemplo, externamente às regiões do componente que são críticas em relação à complexidade do formato, por exemplo o topo da coluna B de um veículo, uma moldagem adicional a quente pode ser  
15 executada antes da contração forçada para, por exemplo, produzir um flange de topo.

O método completo (Figuras 16, 17) pode ocorrer como segue:

1. Recorte das chapas, 2. moldagem a frio, por exemplo  
20 através de repuxamento profundo, então um passo de corte mecânico seguido pelo aquecimento, temperagem e possível limpeza, por exemplo limpeza ultrasônica, e então armazenamento. Como a temperagem dita os ciclos de tempo e como existe apenas um passo de corte, também é possível deixar de utilizar prensas existentes e muitas vezes caras, e linhas de corte equipadas com quatro ou cinco prensas de  
25 grande tamanho, substituindo-as por uma prensa mais lenta que é instalada, por exemplo, sobre um piso plano. Prensas deste tipo não têm os ciclos rápidos de trabalho de prensas em linha de grande tamanho, mas estas não são necessárias para o presente método. As pressões de moldagem alcançáveis são similares, mas os custos de investimento significativamente menores. Adicionalmente, um sistema  
30 para a execução do método (Figura 16) pode ser construído de forma modular. Isto significa que o sistema pode ser rearranjado ou reconfigurado de acordo com a produção desejada. Como prensas em linha são geralmente equipadas com seis

prensas em uma linha, e o processo de temperagem requer um número menor de prensas, um desenho modular é somente possível até um determinado grau, além do mais, as prensas não utilizadas não podem ser removidas.

5 A presente invenção tem a vantagem, que os eventos na temperagem de um componente de acordo com a invenção, são significativamente mais fáceis de serem simulados, por que a moldagem não provoca a ocorrência de grandes expansões na espessura líquida da chapa. As expansões que ocorrem como resultado da contração forçada são pequenas.

10 Também é vantajoso que, sem longos intervalos de ajuste e sem a custosa produção de protótipos, a invenção consegue produzir componentes temperados e dimensionalmente corretos, com um grau definido de dureza e sem deformações ou torções, a partir de componentes de repuxamento profundo relativamente imprecisos ou facilmente deformáveis durante a moldagem. Também é vantajoso que linhas de prensas relativamente econômicas podem ser utilizadas  
15 para o método de acordo com a presente invenção. Como resultado, o método é significativamente menos dispendioso que os métodos de temperagem em molde conhecidos.

20 Em uma modalidade vantajosa de execução, os elementos de fixação do molde de moldagem consistem de insertos de fixação resilientes ou tiras de fixação, que são pressionadas dentro dos moldes de moldagem quando a pressão de fixação é exercida, de tal forma que os espaçamentos de ar são reduzidos de uma largura inicial a um tamanho infinitesimal.

## REIVINDICAÇÕES

**1. “MÉTODO PARA PRODUZIR COMPONENTES TEMPERADOS A PARTIR DE CHAPAS DE AÇO”**, incluindo pelo menos os seguintes passos e processos:

5 a) moldagem (2) de partes moldáveis a partir de um laminado de aço;

b) antes, durante ou após a moldagem (2) da peça moldada, um necessário acabamento da peça moldada e possivelmente operações requeridas de estampagem ou a produção de um padrão de furos são executadas;

10 c) pelo menos algumas regiões da peça moldada são subsequente e aquecidas (4) a uma temperatura que permita a austenitização do material de aço, e

d) o componente é então transferido para um molde de temperagem, e no molde (1) de temperagem é submetido a temperagem (5), na qual  
15 o componente é resfriado e conseqüentemente temperado em virtude do fato de que pelo menos algumas regiões do componente estão em contato e pressionadas pelo molde de temperagem, caracterizado pelo fato de

e) o componente ser suportado pelo molde (1) de temperagem (5) na área dos raios positivos e, pelo menos em algumas regiões e na  
20 área das arestas de corte ser fixado adequadamente sem distorções e, nas regiões nas quais o componente não é fixado, o componente é afastado de pelo menos uma das metades do molde.

**2. “MÉTODO”**, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de o componente também ser fixado em regiões de sujeição,  
25 isto é, em regiões nas quais dois eixos espaciais formam raios positivos, quando as regiões de sujeição formam raios estreitos, particularmente de 0,5 a 30 mm.

**3. “MÉTODO”**, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado pelo fato de o componente também ser fixado sobre a sua área e/ou sobre o seu comprimento em certas regiões.

30 **4. “MÉTODO”**, como descrito em uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato de que, adicionalmente às bordas acabadas, o componente é fixado ou segurado de uma maneira livre de distorções em partes de

sua área ou em sua área inteira, com um padrão de pontos distribuídos e/ou um padrão de área tal como um padrão rombóide ou um padrão semelhante a uma grade, com projeções correspondentes nas metades dos moldes.

5           **5. MÉTODO**", como descrito em uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato de que, para obter a fixação com um padrão distribuído sobre a área, um padrão correspondente distribuído de forma linear ou puntiforme, embutido na forma de uma área elevada e/ou de linhas de fixação ou tiras de fixação, é utilizado nas respectivas metades do molde.

10           **6. MÉTODO**", como descrito em uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato de que o molde é ajustado e usinado de tal forma que, fora das regiões de fixação, o componente seja capaz de se contrair e possa repousar contra o molde, pelos menos próximo dos raios positivos.

15           **7. MÉTODO**", como descrito em uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato de que o componente é suportado apenas na área dos raios positivos e fixado de maneira livre de distorções nas regiões das arestas acabadas; nas regiões restantes, as metades dos moldes são afastadas da peça de trabalho.

20           **8. "MÉTODO"**, como descrito em uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato de que o componente deve emergir do molde de 0,95% a 0,4%, e particularmente 0,8% menor do que a geometria em todos os três eixos espaciais.

25           **9. "MÉTODO"**, como descrito em uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato de que, após ser removido do molde no estado frio (2), o componente é aquecido (4) até a temperatura de austenitização, particularmente acima de 900°C, e mantido nesta temperatura até que a austenitização aconteça.

30           **10. "MÉTODO"**, como descrito em uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato de que o aquecimento (4), que provoca modificações estruturais no material em função da austenitização, é executado até que não haja mais alteração no comprimento do material.

**11. "MÉTODO"**, como descrito em uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato de que a expansão térmica não linear causada

pela austenitização é finalizada antes que a peça de trabalho seja inserida no molde (1) de temperagem (5).

5 **12. "MÉTODO"**, como descrito em uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato de que, após ser fixado no molde (1) de temperagem (5), o componente se contrai; os raios positivos são suportados e, como resultado, o componente acaba repousando contra os moldes (1) de temperagem (5) nas regiões correspondentes; em função da contração, o componente assume o formato dos raios positivos;

10 **13. "MÉTODO"**, como descrito em uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato de que o componente ou peça de trabalho é mantido no molde pelo menos até que a conversão austenítica/martensítica tenha sido completada.

15 **14. "MÉTODO"**, como descrito em uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato de que o componente é aquecido (4) de tal forma, que no estado aquecido (4) e, particularmente no modo fechado do molde, ele é de 0,1% a 0,4%, e particularmente 0,2% maior que a geometria.

20 **15. "MÉTODO"**, como descrito em uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato de que, primeiro as assim chamadas chapas de temperagem (5) são recortadas (3) de um laminado, e as chapas de temperagem (5) são então moldadas (2) particularmente por repuxamento profundo, e então o excesso é removido; o excesso é preferencialmente removido através de processo de corte (3) e abas são deixadas no componente para permitir a colocação da peça em elevadores de peças de metades de moldes (1) de temperagem (5); as abas são então temperadas (5) no molde junto com o componente; entalhes são produzidos próximo da região na qual as abas se unem à peça de trabalho e, antes que a peça de trabalho é removida do molde, as abas são quebradas por dobragem.

25 **16. "MÉTODO"**, como descrito em uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato de que os espaçamentos de ar (14) são ajustados para uma largura de pelo menos 0,02 mm e preferencialmente de 0,1 a 2,5 mm ou maior.

30 **17. "MÉTODO"**, como descrito em uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato de que durante a temperagem (5), os

espaçamentos de ar são esgotados com gás.

**18. “MÉTODO”**, como descrito em uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato de que, quando retirada do molde, a peça de trabalho assume a geometria final uniformemente.

5 **19. “MÉTODO”**, como descrito em uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato de que nas regiões nas quais a peça de trabalho é fixada, uma operação de corte é executada dentro da região de fixação – particularmente a produção de um furo ou recesso dentro do aço – ou o corte (3) de uma parte do contorno externo ou do contorno inteiro é executado no estado quente.

10 **20. “MÉTODO”**, como descrito em uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato de que durante a temperagem (5) da peça ocorre uma temperagem (5) a quente, com o efeito de que flanges (31) produzidos durante a temperagem (5) precedente a frio, ou novos flanges ou deflexões produzidas pelos deslizadores (33) situados no molde, são dobrados, produzidos, ou dobrados ou  
15 pressionados contra as metades do molde (3) nas quais a peça de trabalho está contida, e as arestas de corte são mantidas neste lugar no estado fixado.

**21. MOLDE DE TEMPERAGEM** como descrito em uma das reivindicações anteriores, e obtido através de processo que inclui um componente ser suportado pelo molde de temperagem (1) na área dos raios positivos e, pelo  
20 menos em algumas regiões e na área das arestas de corte (3) ser; fixado adequadamente sem distorções e, nas regiões nas quais o componente não é fixado, o componente é afastado de pelo menos uma das metades do molde, caracterizado pelo fato de que o molde de temperagem (1) tem pelo menos uma metade de um molde de temperagem superior (2) e uma metade de um molde de  
25 temperagem inferior (3); as metades do molde de temperagem formam raios positivos na proximidade das curvas (10, 11, 12, 13) da peça de trabalho; oposto aos raios positivos, espaçamentos de ar (14) são providenciados nas regiões nas quais a peça de trabalho é fixada, particularmente, e as metades do molde de temperagem (2, 3), adjacentes aos espaçamentos de ar (14), são dotadas de projeções ou áreas  
30 elevadas (16) de tal forma que as regiões correspondentes de uma peça de trabalho (4) sejam fixadas neste lugar e de uma maneira livre de distorções.

**22. MOLDE DE TEMPERAGEM** descrito na reivindicação



**27. MOLDE DE TEMPERAGEM** descrito em uma das reivindicações de 21 a 26, caracterizado pelo fato de o espaçamento de ar ou os espaçamentos de ar (14) ter/terem uma largura  $>0,02$  mm.

5 **28. MOLDE DE TEMPERAGEM** descrito em uma das reivindicações de 21 a 27, caracterizado pelo fato de o espaçamento de ar ou os espaçamentos de ar (14) ter/terem uma largura  $>0,1$  a  $2,5$  mm ou maior.

10 **29. MOLDE DE TEMPERAGEM** descrito em uma das reivindicações de 21 a 27, caracterizado pelo fato de que, nas regiões nas quais a peça de trabalho é fixada de uma maneira livre de distorções, dispositivos de corte e/ou dispositivos de estampagem são providenciados, e recessos abertos correspondentes nas regiões de fixação são providenciados para o dispositivo de corte e/ou estampagem, bem como, para a passagem da ferramenta de corte e/ou estampagem.

15 **30. MOLDE DE TEMPERAGEM** descrito em uma das reivindicações de 21 a 29, caracterizado pelo fato de que, adjacente à região externa de fixação, uma ferramenta de corte é providenciada para o corte a quente do contorno ou de uma parte do contorno.

20 **31. MOLDE DE TEMPERAGEM** descrito em uma das reivindicações de 21 a 30, caracterizado pelo fato de que o molde de temperagem (1, 2, 3) é dotado de deslizadores (33), que são incorporados próximos aos flanges (31) providenciados na peça de trabalho inserida, ou são projetados para produzir novos flanges ou deflexões, de tal forma os flanges (31) ou as deflexões são incorporadas para que pressionem contra a metade oposta do molde de temperagem (3) e com isto se dobrem; e as arestas de corte (30) e/ou o flange (31)  
25 da peça de trabalho (29) são mantidos no estado fixo após a dobragem pelo deslizador (33) e pela respectiva metade do molde de temperagem (2, 3).

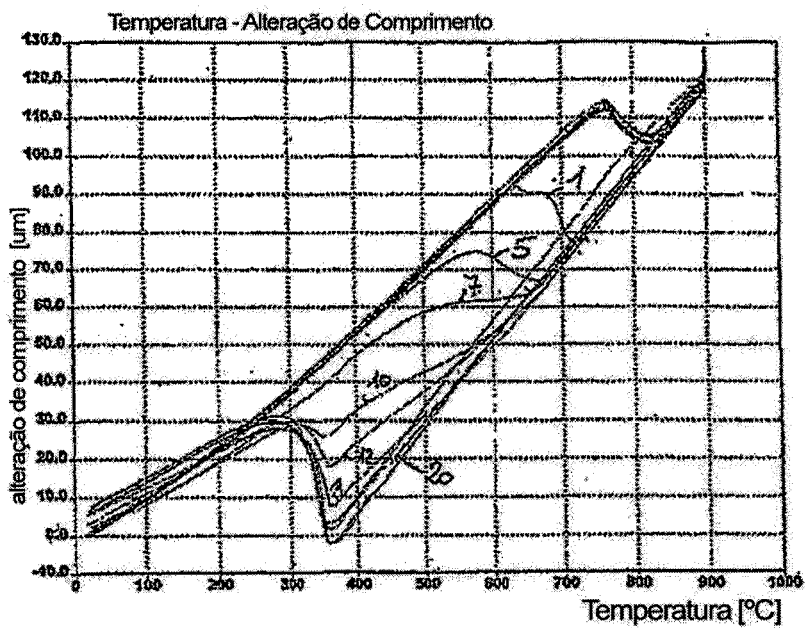


Fig. 1

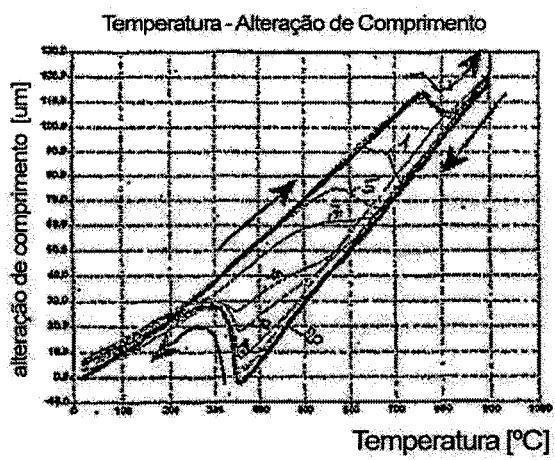


Fig. 2

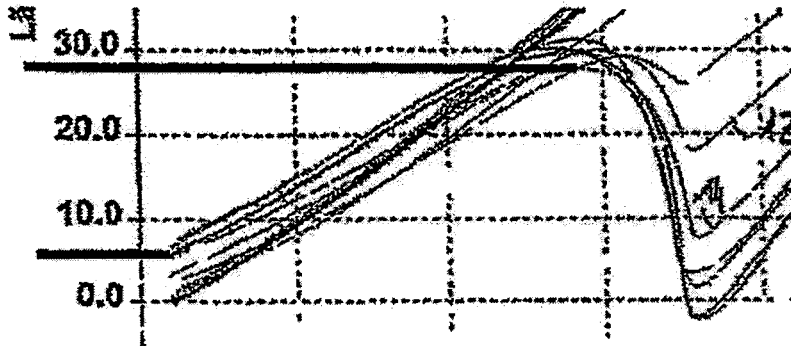


Fig. 3

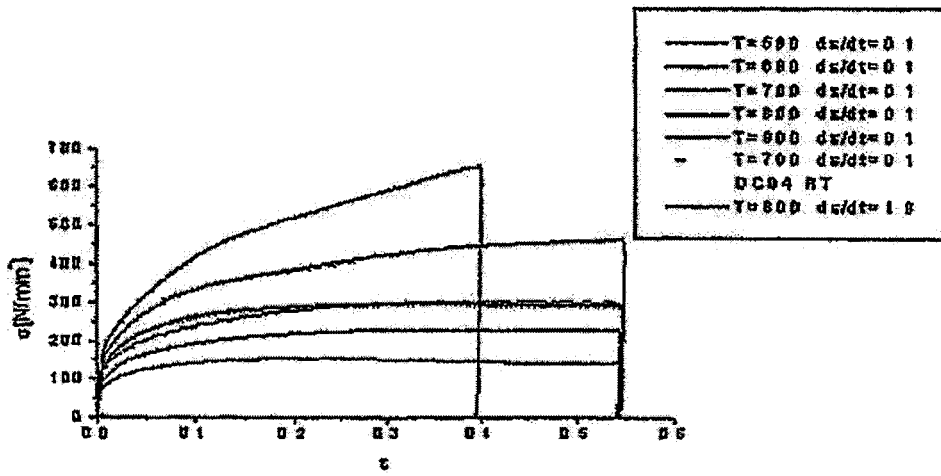


Fig. 4

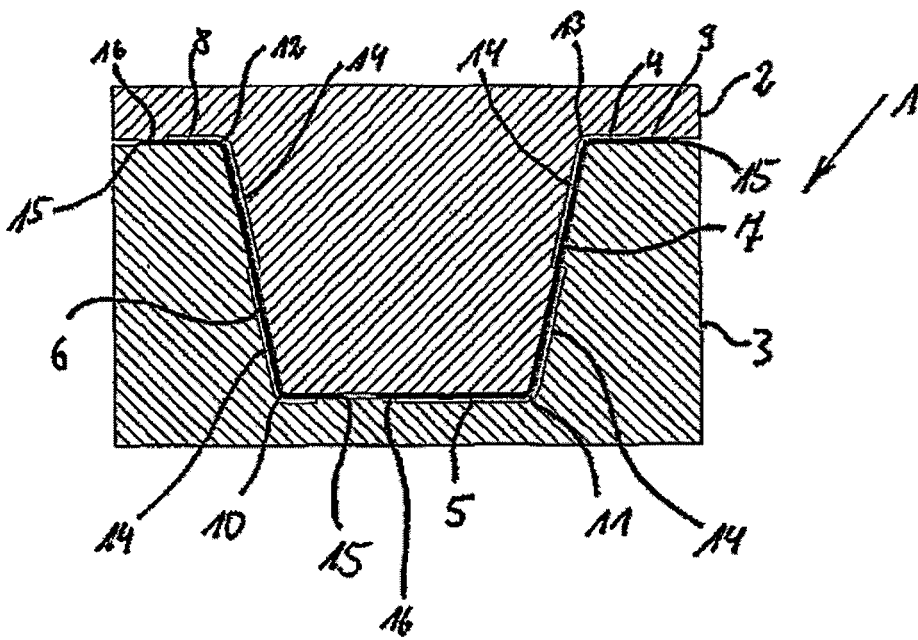


Fig. 5

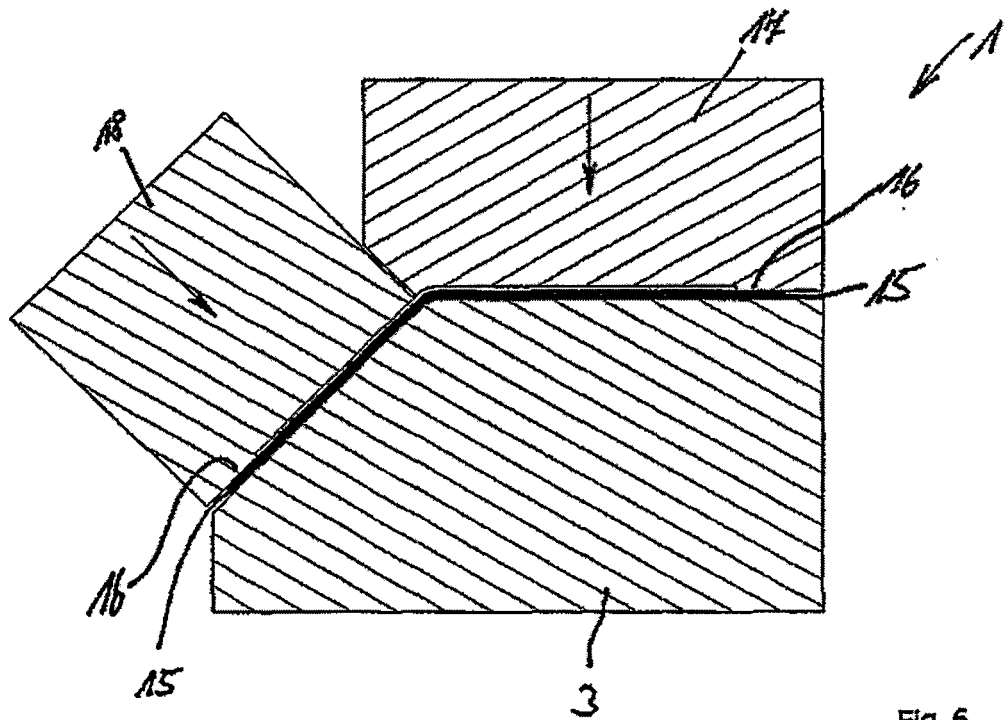


Fig. 6

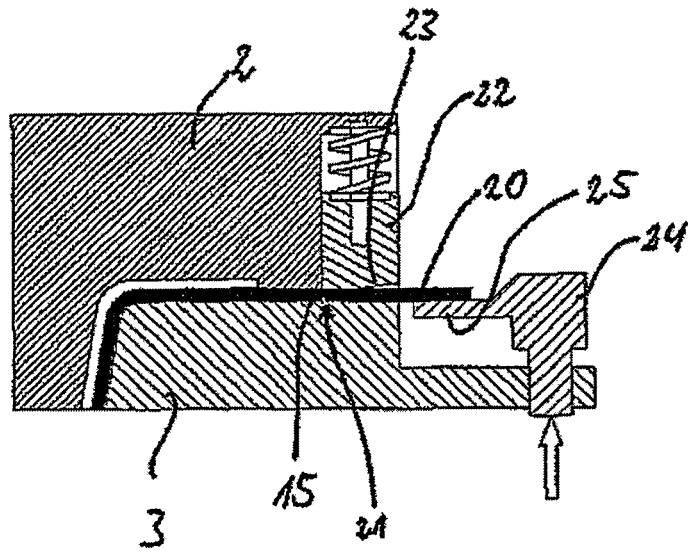


Fig. 7

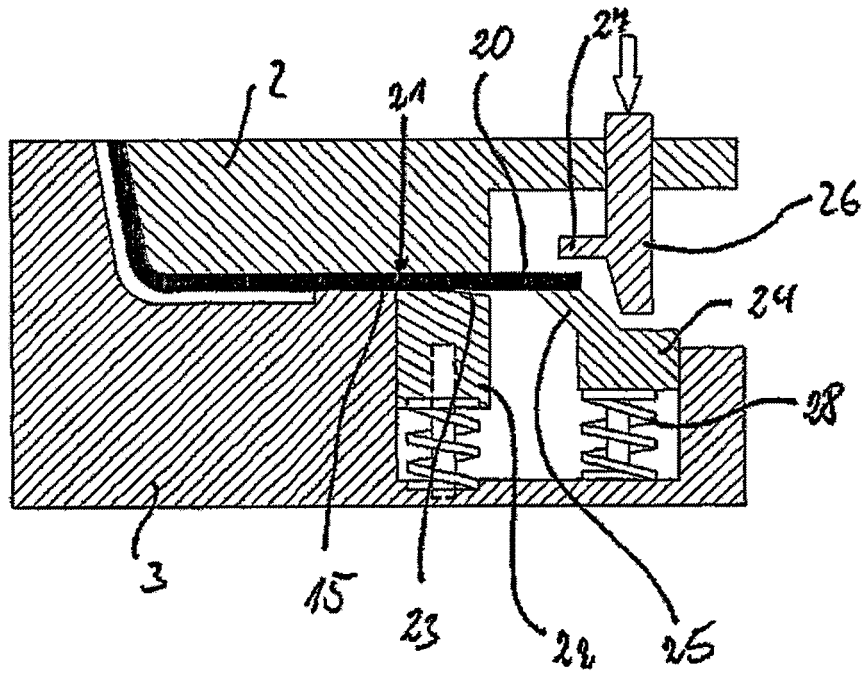


Fig. 8

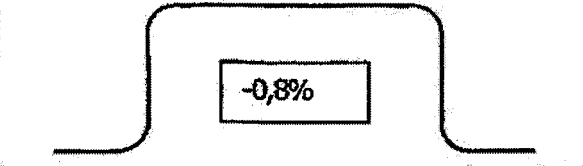
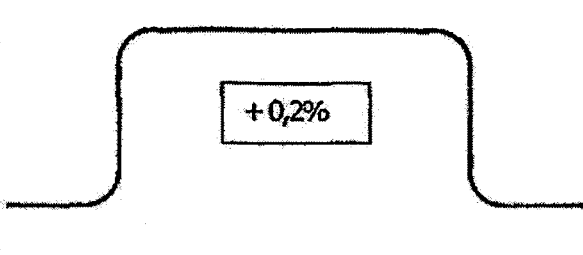
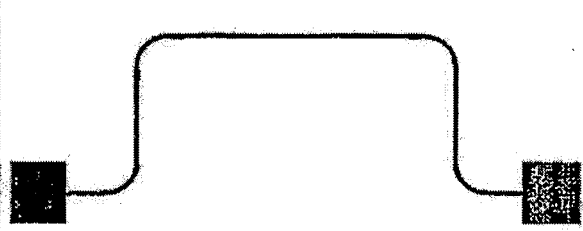
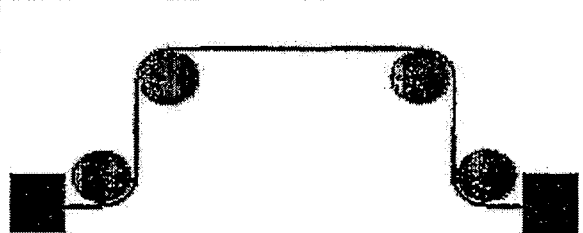
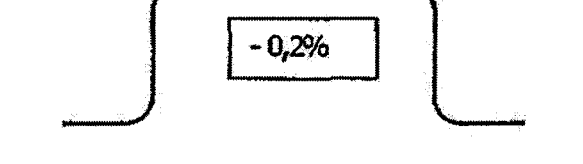
<p><b>Passo 1</b> Peça é moldada a frio e cortada no estado macio</p>	
<p><b>Passo 2</b> Peça é aquecida à temperatura de temperagem e inserida no molde</p>	
<p><b>Passo 3.1</b> Peça é segurada através de fixação ao longo de todas as arestas de corte</p>	
<p><b>Passo 3.2</b> Peça tende a se contrair. Isto explica por que é necessário suportar os raios positivos. Durante a contração, a peça assume automaticamente este formato.</p> <p>Após ser suportada nos raios, a peça subsequentemente esfria para menos de 100° C e então os estresses aparecem.</p>	
<p><b>Passo 4</b> Os estresses elásticos podem ser reduzidos com a remoção e a peça se contrai uniformemente em 0,2%</p>	

Fig. 9

Recorte da chapa para a moldagem

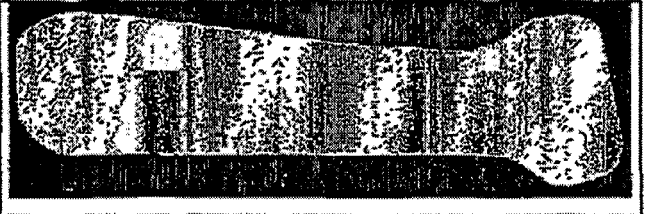


Fig. 10

Repuxamento profundo (-0.80%)

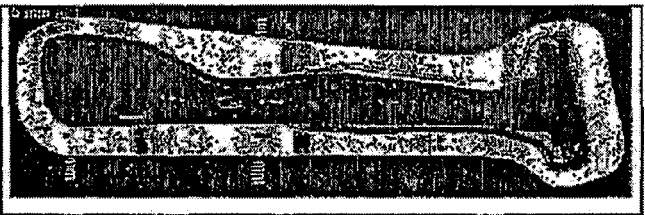


Fig. 11

Corte de excessos 1 (-0.80%)

+ corte de furos (RPS-)

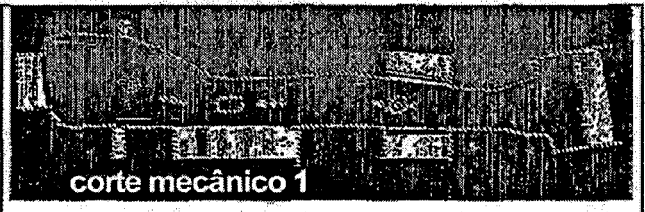


Fig. 12

Corte de excessos 2 (-0.80%)



Fig. 13

Temperagem em molde (+0.20%) e  
subsequente quebra de abas; Após a  
remoção, resulta em peça acabada 0%



Fig. 14

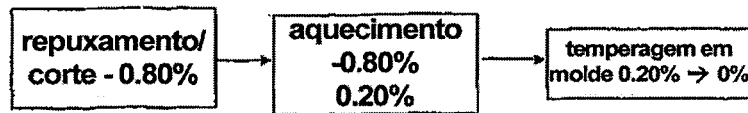
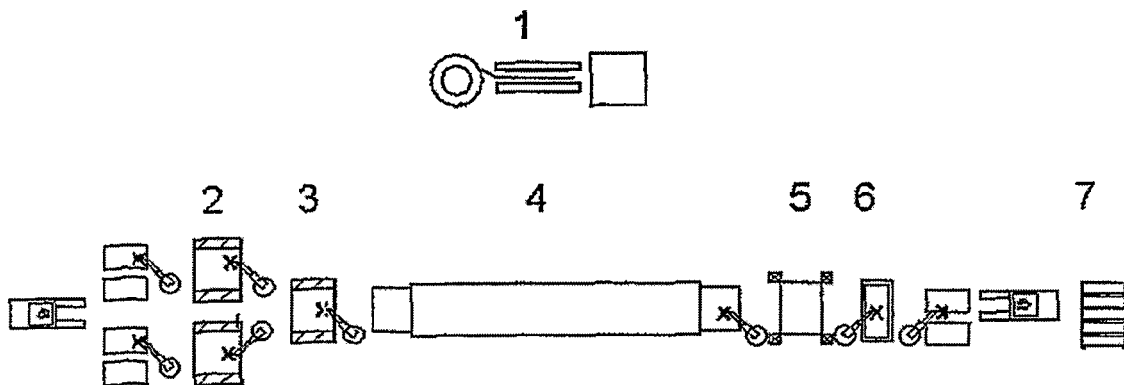


Fig. 15



Série de Processos	
<p><b>1. corte de chapas</b></p> <p><b>2. moldagem a frio: repuxamento</b></p> <p><b>3. corte mecânico</b></p> <p><b>4. aquecimento</b></p> <p><b>5. temperagem em molde</b></p>	<p><b>6. limpeza</b></p> <p><b>7. controle de qualidade &amp; armazenamento</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>↳ análise volumétrica</li> <li>↳ propriedades mecânicas</li> <li>↳ propriedades de corrosão</li> </ul>

Fig. 16

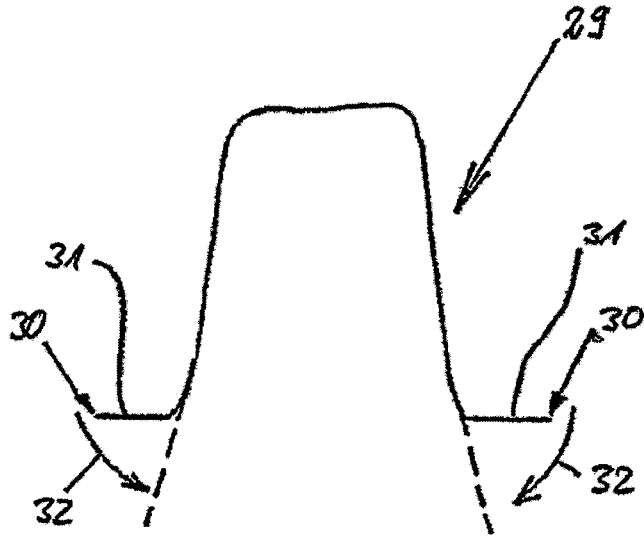


Fig. 17

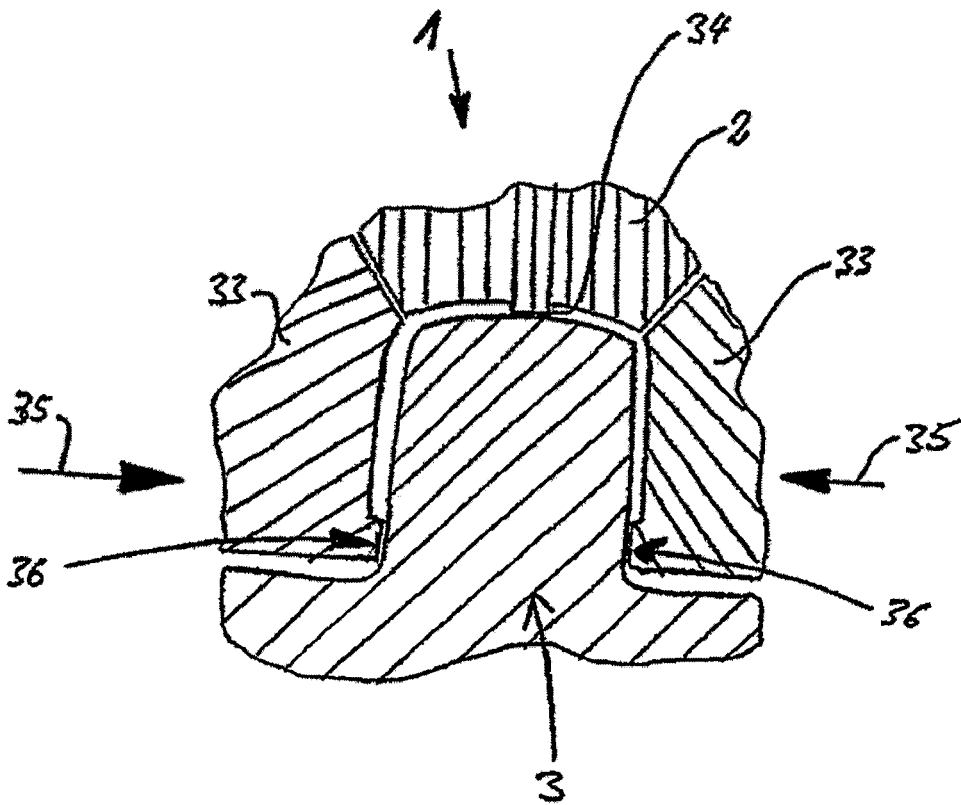


Fig. 18

**RESUMO****“MÉTODO PARA PRODUZIR COMPONENTES TEMPERADOS A PARTIR DE CHAPAS DE AÇO E MOLDE DE TEMPERAGEM”,**

5 por tratar-se a invenção de um método para produzir componentes temperados de chapas de aço, compreendendo os seguintes passos: a) moldagem de peças moldadas a partir de uma chapa de aço; b) antes, durante ou após a moldagem, a peça moldada é cortada e a chapa de aço é opcionalmente estampada ou dotada de um padrão desejado de furos; c) pelo menos algumas das seções da peça moldada são subsequente-mente aquecidas a uma temperatura que permita a austenitização do aço; e d) o componente é então transferido a um molde de moldagem, onde é submetido ao processo de moldagem, durante o qual o componente é resfriado e desta maneira moldado pelo contato do molde de moldagem com algumas seções do componente e pela compressão das mencionadas seções. A invenção é caracterizada pelo fato de o componente ser suportado pelo molde de moldagem na proximidade dos raios positivos e pelo fato de algumas seções do mencionado componente serem fixadas de uma maneira segura e sem distorções na proximidade das arestas de corte. Nas seções do componente nas quais não existe fixação, o mesmo é afastado de uma das metades do molde de moldagem por um espaço de ar.

10

15