



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

(21) **PI0615600-2 A2**

(22) Data de Depósito: 18/07/2006
(43) Data da Publicação: 24/05/2011
(RPI 2107)



(51) *Int.Cl.:*
B21K 1/18 2006.01

(54) Título: **PROCESSO, LINHA DE PRODUÇÃO E PEÇA BRUTA DE PISTÃO PARA PRODUZIR UM PISTÃO DE CONFIGURAÇÃO INTEIRIÇA PARA MOTORES DE COMBUSTÃO, BEM COMO PISTÃO PARA MOTORES DE COMBUSTÃO**

(30) Prioridade Unionista: 29/08/2005 DE 10 2005 041 000.6

(73) Titular(es): Thyssenkrupp Metalúrgica Campo Limpo LTDA

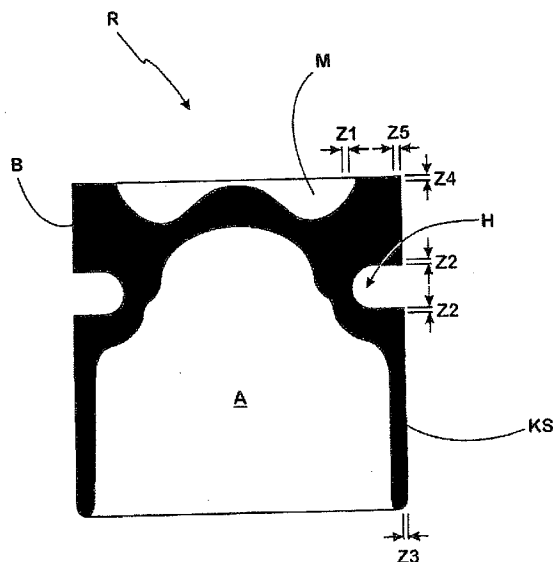
(72) Inventor(es): HERALDO CARLOS FURQUIM, JOÃO LESTER GARCIA

(74) Procurador(es): Dannemann, Siemsen, Bigler & Ipanema Moreira

(86) Pedido Internacional: PCT EP2006064368 de 18/07/2006

(87) Publicação Internacional: WO 2007/025799 de 08/03/2007

(57) Resumo: PROCESSO, LINHA DE PRODUÇÃO E PEÇA BRUTA DE PISTÃO PARA PRODUZIR UM PISTÃO DE CONFIGURAÇÃO INTEIRIÇA PARA MOTORES DE COMBUSTÃO, BEM COMO PISTÃO PARA MOTORES DE COMBUSTÃO. A presente invenção refere-se a um processo, bem como uma linha de produção equipada que permitem a produção de peças brutas de pistão (R) com medidas próximas às medidas finais que no decurso da usinagem terminal somente precisam ser usinadas com remoção de aparas em reduzida extensão. Isto será logrado pelo fato de que o eixo do pistão (KS) da peça bruta de pistão (R) é produzido segundo o processo de prensagem de fluxo inverso. Por outro lado, de acordo com a invenção, já na peça bruta do pistão (R), por uma operação de deformação, é produzida uma gamela côncava (H). Para este fim está prevista uma ferramenta de forja especial, a qual, depois de produzida a haste do pistão (KS) age sobre a peça bruta do pistão (R) de uma maneira tal que no mais tardar na subsequente configuração do fundo de pistão (8) passa a ser formada a referida gamela oca (H). Desta maneira será lograda uma redução nítida do peso de um pistão produzido de acordo com a invenção, comparado com pistões forjados convencionalmente produzidos.





Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "**PROCESSO, LINHA DE PRODUÇÃO E PEÇA BRUTA DE PISTÃO PARA PRODUZIR UM PISTÃO DE CONFIGURAÇÃO INTEIRIÇA PARA MOTORES DE COMBUSTÃO, BEM COMO PISTÃO PARA MOTORES DE COMBUSTÃO**".

A presente invenção refere-se a um processo para produzir um pistão de configuração inteiriça para motores de combustão, possuindo uma haste de pistão, um fundo de pistão sustentado pela haste do pistão bem como ao menos uma gamela oca, perfilada na face circunferencial do pistão, através de forja e acabamento final. Da mesma maneira a presente invenção abrange uma linha de produção para a concretização de um processo desta natureza, uma peça bruta de pistão produzida de modo inteiriço em processo de forja para produzir um pistão para motores de combustão e um pistão correspondente já acabado.

Normalmente pistões para motores de combustão são produzidos através de processos de fundição ou de forja. A produção segundo a técnica de fundição apresenta vantagem de permitir a produção de pistões de configuração complexa com reduzido peso. Não obstante deve-se aceitar neste caso considerável esforço para a produção. Isto aplica-se especialmente quando como material básico tiver que ser utilizado material de aço para produzir pistões adequados para solicitações especialmente elevadas.

Pistões forjados de aço, na dependência do seu tamanho e da sua finalidade de utilização podem ser configurados tanto em forma inteiriça como também composta de duas ou de várias partes. No caso dos pistões de várias seções, por exemplo, de duas ou várias seções unidas, as diferentes seções comumente serão de tal modo interligadas através de processos de união adequados com fecho devido à força e forma que resistem a forças que ficam expostas no emprego prático. Para esta finalidade adaptam-se, por exemplo, um processo de solda ou atarraxamento convencional dos componentes individuais do pistão.

Um exemplo de pistão de várias seções para o motor de combustão passou a ser conhecido do documento DE 102 44 513 A1. Por um

lado, este pistão apresenta uma seção superior forjada de aço onde são configurados uma cavidade de combustão, uma parede anelar e um canal frigorígeno configurado a exemplo de uma gamela oca. Por outro lado, o pistão possui uma seção inferior que compõe o eixo do pistão que sustenta a parte superior do pistão e no qual são configurados cubos para receber um pino de pistão que interliga o pistão com uma biela. Para produzir este pistão a parte superior do pistão e a parte inferior do pistão serão pré-moldadas em etapas de trabalhos separadas através de processos de forja e em seguida serão sujeitas ao acabamento final com remoção de aparas. O acabamento final da seção superior do pistão abrange no caso também a usinagem com remoção de aparas dos seguimentos de parede que limitam o canal frigorígeno através dos quais é produzida seqüencialmente uma união com fecho de material por meio de solda fraca ou solda forte, produzindo a ligação com a seção inferior do pistão.

Uma construção de várias seções desta natureza embora possibilite uma perfilação complexa de um pistão. Além dos problemas resultantes da multiplicidade de componentes com relação à viabilidade de aplicação de carga, o esforço de produção correlato é considerado.

A produção consoante a técnica de forja de um pistão inteiriço para motores de combustão, comumente é produzida inicialmente uma peça bruta do pistão que finalmente será acabada em um processo de usinagem com remoção de aparas. Todas as concavidades a serem configuradas na face circunferencial do pistão, como para economia de peso, para aprimorar o comportamento de deformação ou gamelas ocas atuantes como canais frigorígenos, serão comumente somente produzidas pelo processo de remoção de aparas.

Um exemplo para produção desta natureza de um pistão inteiriço está descrito no documento DE 100 13 395 A1. De acordo com o processo ali descrito, inicialmente será forjada uma peça bruta do pistão, partindo de uma peça bruta para forja semelhante a um pino, um chamado bilhete, e partindo de um dos seus lados frontais é perfilada uma concavidade, ou seja, um recorte, cuja parede externa passa a constituir a haste da peça bruta

do pistão. Em seguida, será perfilado por meio de perfuração um recorte dentro da parede da haste do pistão. Com este fim uma fresa ou um cinzel giratório é aplicado pelo lado e pela parte externa sobre a face circunferencial da peça bruta do pistão.

5 Não obstante das vantagens logradas pela perfilação inteiriça em comparação com uma configuração de várias seções, pistões inteiriços produzidos de forma tradicional apresentam a desvantagem de que normalmente são mais pesados do que pistões similares, produzidos segundo a técnica de fundição. Além disso, o esforço técnico de acabamento na usina-
10 gem com remoção de aparas é elevado isto já que na região da coroa configurada na borda circunferencial do fundo do pistão e da haste do pistão torna-se necessário remover grandes quantidades de aparas a fim de produzir o formato final necessário. Este elevado esforço de acabamento resulta em elevados custos de produção.

15 Partindo do estado da técnica mencionado, o objetivo da presente invenção residiu em criar um processo e uma linha de produção permitindo a produção a custo vantajoso dos pistões inteiriços, empregando o processo de forja. Além disso, deve-se possível propor uma peça bruta de pistão forjada e inteiriça, que pode ser produzida a custo vantajoso, bem como
20 um pistão com acabamento final, igualmente podendo ser produzido a custo vantajoso.

 Com relação ao processo para produzir o pistão de configuração inteiriça para os motores de combustão, que apresenta uma haste de pistão, um fundo de pistão sustentado pela haste de pistão bem como ao menos
25 uma gamela oca, perfilada lateralmente em uma face circunferencial do pistão, por meio de forja e usinagem final, esta tarefa foi solucionada pelo fato de que, de acordo com a invenção, o processo da forja abrange as seguintes etapas de trabalho:

 - por meio de um cunho, e empregando o princípio da prensagem de fluxo inverso, em uma peça bruta de forja, partindo de um de seus
30 lados frontais, é perfilada uma concavidade, cuja parede externa, formada por um fluxo de material contrário à direção atuante do cunho, passa a com-

por a haste do pistão;

- em seguida, uma ferramenta de forja que configura a gamela oca passa a atuar sobre a face circunferencial da peça bruta de forja provida da gamela oca;

- 5 - partindo do outro lado frontal da peça de forja, através de uma operação de recalque e preservando a ação da ferramenta de forja que configura a gamela oca, será perfilado o fundo do pistão.

De modo correspondente, foi solucionada a tarefa acima mencionada com relação a uma linha de produção para um pistão de configuração inteiriça para motores de combustão, apresentando uma haste de pistão, um fundo de pistão sustentado pela haste de pistão bem como ao menos uma gamela oca, perfilada lateralmente em uma face circunferencial do pistão, pelo fato de que de acordo com a invenção, esta linha de produção

- 15 - apresenta um dispositivo de forja, previsto no lado frontal de uma peça bruta de forja e destinado à perfilação de uma concavidade, apresentando este dispositivo um cunho que possui uma seção de cunho, disposta em sentido central, a qual, por ocasião de um curso de forja, penetra na peça bruta a ser forjada, sendo que este componente de cunho está envolto por uma fenda anelar, de maneira que o material da peça bruta de forja, por ocasião de um curso de forja, penetra na fenda anelar, de acordo com o princípio da prensagem de fluxo inverso, contrário à direção do curso do cunho, e

- 25 - apresenta um outro conjunto de forja que abrange um receptáculo para a peça bruta forjada perfilada no primeiro conjunto de forja, uma ferramenta de forja que configura uma gamela oca, um conjunto regulador para aplicação da ferramenta de forja que configura a gamela oca na face circunferencial na peça bruta de forja, mantida pelo receptáculo, bem como apresentando um cunho para configurar o fundo do pistão através de recalque da peça bruta forjada partindo de seu lado frontal oposto à concavidade.

- 30 O processo preconizado pela presente invenção e a linha de produção configurada consoante a invenção permitem a produção de peças brutas de pistões próximas das dimensões finais, as quais, no decurso da

usinagem terminal, apenas requerem uma usinagem com remoção de aparas em reduzida extensão. Por um lado isto é logrado pelo fato de que a haste do pistão da peça bruta do pistão é produzida por prensagem de fluxo inverso. Neste processo de deformação, O material da peça bruta de forja flui
5 contrário à direção do curso do cunho de forja aplicado para a deformação, penetrando em uma fenda de configuração adequada, de maneira que é lograda uma fidelidade especialmente elevada de forma.

Por outro lado, de acordo com a invenção, já na peça bruta do pistão será produzida uma gamela oca através de uma operação de deformação. Para este fim está prevista uma ferramenta de forja especial, a qual,
10 após a produção da haste do pistão, age sobre a peça bruta do pistão de uma maneira que no mais tardar na moldagem seqüencial do fundo do pistão passa a formar a referida gamela oca. A perfilação de acordo com a invenção, que já se realiza no decurso da forja, da gamela oca possibilita uma
15 nítida redução do peso de um pistão produzido de acordo com a invenção, comparado com os pistões forjados produzidos segundo processos convencionais, já que a peça bruta formada existente não mais precisa abraçar o volume existente na região da gamela oca. Além disso, o esforço para produção da gamela oca é reduzido a um nível mínimo já que no decurso da
20 usinagem final com remoção de aparas, na região da gamela oca, somente se torna necessário remover apenas reduzidas quantidades de material.

Na concretização do processo de acordo com a invenção a ferramenta de forja que configura a gamela oca poderá ser empregada de tal maneira que passa a perfilar a gamela oca por um deslocamento ativo de
25 material na peça bruta forjada. Para este fim, a ferramenta de forja respectiva pode perfilar a gamela oca diretamente na face circunferencial da peça bruta forjada, através de uma operação de deformação correspondente, antes de ser produzido o fundo do pistão. Durante a perfilação do fundo do pistão, a ferramenta que produz a gamela oca permanecerá então na sua posição de produção de configuração de maneira que a forma da gamela oca
30 também permanece preservada durante a operação de deformação realizada para a produção do fundo do pistão.

Uma configuração especialmente vantajosa no sentido técnico de produção em relação a processo de acordo com a invenção, a qual permite adicionalmente forjar peças brutas de pistões cujas dimensões divergem apenas em extensão mínima do formato terminal e final do pistão a ser produzido, é caracterizada pelo fato de que a peça bruta forjada, após a produção da haste do pistão e antes da atuação da ferramenta de forja que configura a gamela oca, apresenta na região da haste do pistão um diâmetro maior do que no seu segmento até então ainda não deformado, de maneira que a ferramenta de forja que configura a gamela oca pode ser aplicada na região da transição entre a haste do pistão e do segmento até então não deformado da peça bruta forjada, sem que sejam necessárias maiores forças sobre a peça bruta a ser forjada. No recalque seqüencial realizado para produção do fundo do pistão, o material recalcado da peça bruta forjada ajusta-se à ferramenta de forja mantida na sua posição anteriormente ocupada, de maneira que na peça bruta do pistão já forjada é configurada uma gamela oca que corresponde com especial exatidão às dimensões da ferramenta.

Caso na perfilação na haste do pistão for necessário vencer intensos graus de deformação, mostrou ser conveniente que a perfilação da concavidade da haste do pistão se realize em ao menos dois estágios. Para este fim, a concavidade pode, por exemplo, ser pré-moldada em um estágio precursor, mediante configuração da haste do pistão, poderá ser perfilado em caráter final pelo emprego do processo da prensagem de fluxo inverso. De modo correspondente poderá ser conveniente em uma linha de produção de acordo com a invenção do conjunto de forja, tendo em vista a perfilação da concavidade na peça bruta de forja, aplicar previamente um conjunto de forja para a pré-perfilação da concavidade.

Uma peça bruta de pistão forjado e configurado inteiriço de acordo com a invenção para a produção de um pistão para motores de combustão, provido de uma haste de pistão, um fundo de pistão sustentado pela haste de pistão bem como ao menos uma gamela oca lateralmente perfilada em uma face circunferencial da peça bruta do pistão, caracteriza-se pelo fato

de que a gamela oca diverge de uma medida adicional de usinagem de no máximo 4 mm da medida final correspondente do pistão a ser produzido a partir da peça bruta. Em uma peça bruta de pistão produzida desta maneira, o esforço para a usinagem terminal com remoção de aparas é reduzido para

5 um nível mínimo. Na dependência das respectivas precisões de acabamento exigida, na região da gamela oca poderá até mesmo ser dispensada totalmente a usinagem seqüencial com remoção de aparas. De modo preferido, no caso, a proximidade das dimensões terminais da peça bruta do pistão produzida de acordo com a invenção será restrita não apenas à região da

10 gamela oca, ao contrário, será vantajosa quando também o seu diâmetro na região da haste do pistão apresente uma divergência correspondente a uma adição na usinagem de no máximo de 3 mm da medida final correspondente do pistão a ser produzidos a partir da peça bruta. Da mesma maneira é vantajoso que na peça bruta do pistão de acordo com a invenção, o fundo do

15 pistão apresente uma divergência correspondente a uma adição de usinagem de no máximo de 4 mm em relação à medida final correspondente do pistão a ser produzido a partir da peça bruta.

Pistões de acordo com a invenção para motores de combustão que são produzidos a partir de uma peça bruta produzida por forja de modo

20 inteiriço e uma haste de pistão, um fundo de pistão sustentado pela haste de pistão, bem como apresentando uma gamela oca ao menos lateralmente configurada em uma face circunferencial do pistão, são caracterizados pelo fato de que o decurso das fibras da estrutura na superfície da gamela oca corresponde ao traçado de fibras apresentado pela peça bruta forjada antes

25 da usinagem final em uma distância máxima de 3 mm da superfície de sua gamela oca. Baseado na grande proximidade das dimensões de uma peça bruta de pistão de acordo com a invenção e produzida, em relação às medidas finais do pistão que deverá ser produzido a partir desta peça bruta, na usinagem final torna-se necessário apenas remover uma reduzida quantidade

30 de de material especialmente na região da gamela oca. De modo correspondente, a estrutura do pistão apresenta nesta região um traçado de fibras, no qual as fibras posicionadas mais próximas da superfície da peça bruta do

pistão estão seccionadas pela usinagem com remoção de aparas ou estão interrompidas.

Em seguida a invenção será explicitada em base de um desenho que representa um exemplo de execução. As figuras apresentam esquematicamente em um corte longitudinal:

- Figuras 1a, 1b um conjunto de forja para pré-moldagem de uma peça bruta de forja em duas posições de serviço;
 - Figuras 2a-2d um conjunto de forja para perfilação da haste do pistão em quatro posições de serviço;
 - 10 Figura 3 uma peça bruta para forja em uma etapa intermediária da produção;
 - Figuras 4a-4b um conjunto de forja para forjar a gamela oca e o fundo do pistão;
 - Figura 5 uma peça bruta de pistão que acaba de ser forjada.
- 15 O conjunto de forja V1 representado nas Figuras 1a, 1b, destinado à deformação de uma concavidade A em uma peça bruta de forja S cilíndrica consistindo em aço para forja, apresenta uma matriz 1, na qual está perfilada uma concavidade 2 aberta para cima e destinada à peça bruta de forja S. Na sua região inferior, a concavidade 2 apresenta um segmento
- 20 2a, no qual o diâmetro da concavidade 2 corresponde ao diâmetro da peça bruta para forja S. Em direção ascendente segue-se ao segmento 2a um segmento 2b, alargado a semelhança de uma concha, de maneira que o diâmetro de abertura da concavidade 2 é maior do que o diâmetro da peça bruta para forja S.
- 25 Além disso, o conjunto de forja V1 apresenta um cunho 3 que é movimentado para um curso de forja a partir de uma posição inativa, prevista acima da matriz 1, na direção da matriz 1. No seu lado voltado na direção da matriz 1, o cunho 3 porta uma espiga de estampagem 4 pré-arqueada e convexa, disposta concêntrica em relação à concavidade 2 da matriz 1.
- 30 No fundo da matriz 1 está assentada a cabeça de um expulsor, com a qual a peça bruta forjada S, após a pré-moldagem da concavidade A, é expulsa do receptáculo 2 da matriz 1.

Para a pré-moldagem da concavidade A, a peça bruta forjada S cilíndrica, aquecida para temperatura de forja e obtida pelo seccionamento de uma barra não representada, será introduzida no receptáculo 2 na matriz 1 (Figura 1a). Em seguida o cunho 3 realiza um curso de forja, no qual a espiga de estampagem 4 penetra na peça bruta de forja S a partir do seu lado frontal, voltado na direção do cunho 3. O segmento da peça bruta de forja S, previsto no segmento 2b da matriz 2 superior alargado, passa a ser alargado de tal modo que sua face circunferencial encosta na face interna do segmento 2b e pela espiga de estampagem é produzida uma perfilação prévia Av da concavidade A na peça bruta de forja S (Figura 1b).

O conjunto de forja V2 representado nas Figuras 2a-2d para a forja final da concavidade A abrange também uma matriz 5 que apresenta um receptáculo 6a perfilado no retentor 6 para a peça bruta de forja S pré-moldada no dispositivo V1. A altura e o diâmetro do receptáculo 6a correspondem à altura e ao diâmetro do segmento não deformado da peça bruta de forja S.

Além disso, o conjunto de forja V2 está provido de um cunho 7, o qual, no seu lado voltado na direção da matriz 5, apresenta uma espiga de estampagem 8 disposta concentricamente em relação à abertura do receptáculo 6a, e pré-arqueado na sua ponta e na seção restante de formato cilíndrico. A forma externa da ponta de espiga de estampagem 8 corresponde à forma interna da concavidade A a ser produzida na peça bruta de forja S.

A espiga de estampagem 8 está envolta por um anel 9, igualmente integrado no cunho 7 e alinhado concentricamente para com a espiga de estampagem 8, sendo que o diâmetro de abertura deste anel 9 é maior do que o diâmetro externo do segmento cilíndrico da espiga de estampagem 8. Simultaneamente o diâmetro de abertura do anel 9 e o diâmetro externo do segmento cilíndrico da espiga de estampagem 8 são maiores do que o diâmetro do segmento da peça bruta de forja S não deformado, integrado no receptáculo 6a. Desta maneira, entre o anel e a espiga de estampagem 8 é formada uma fenda anelar 10 aberta na direção da matriz 5, cujo diâmetro também é maior do que o diâmetro do segmento não deformado da peça

bruta de forja S.

No seu segmento que se salienta além da fenda anelar 10 na direção da matriz 6, está perfilado no anel 9 um degrau 11 de maneira que o diâmetro de abertura do anel 9 nesta região é mais uma vez alargado comparado com seu diâmetro de abertura na região da fenda anelar 10. O diâmetro de abertura do anel 9, alargado na região do degrau 11, está ajustado ao diâmetro externo do retentor 6 de configuração cilíndrica, de maneira que o anel 9 com sua região de diâmetro alargada envolve lateralmente o retentor 6 quando o cunho 7 tiver alcançado a posição terminal do curso de forja.

A altura da fenda anelar 10 é maior do que o curso de forja H realizado pelo cunho 7. Simultaneamente o curso de forja e a posição do degrau 11 do anel 9 são dimensionados de tal forma que, com o cunho 7 na posição terminal do curso de forja existe uma distância entre a face do degrau do anel 9 situada entre o lado frontal do retentor 6. Desta maneira, na região do degrau 11, com o cunho 7 na posição terminal do curso de forja, é formado um compartimento 12 circunferencial e anelar na direção da fenda anelar 10 e na direção da peça bruta de forja S integrada no receptáculo 6a do retentor 6.

Na deformação da peça bruta de forja S, o compartimento 12 serve para receber material excedente, existente na região pré-moldada na peça bruta de forja S, a fim de assegurar um enchimento seguro na fenda anelar 10, volume este que, todavia, não pode ser acolhido pelo volume da fenda anelar 10. Nestas configurações de pistões, nas quais a fenda anelar 10 na forja da peça bruta de forja S é enchida seguramente com o material sem a presença de material excedente, pode se dispensar a configuração do compartimento 12 e correspondentemente a perfilação do colar K na peça bruta de forja S.

Para o processo de forja final da concavidade A, a peça bruta de forja S, pré-moldada no dispositivo V1, será posicionada com sua parte não deformada dentro do receptáculo 6a do retentor 6, de maneira que o segmento da peça bruta de forja S, alargado na deformação, está posicionado livremente sobre o retentor 6 (Figura 2a). Em seguida o cunho 7 realiza um

curso de forja, no qual a ponta da espiga de estampagem 8 penetra no pré-molde Av da concavidade A, deslocando inicialmente para o lado o material do segmento pré-moldado da peça bruta de forja S até que encontre a face interna do anel 9 (Figura 2b).

5 Tendo em vista que o material da peça bruta de forja S agora não mais pode desviar lateralmente, fluirá de acordo com o princípio da prensagem de fluxo inverso, correspondentemente contrário à direção do curso X do cunho 7 dentro da fenda anelar 10 até que esteja totalmente en-

10 chida. Simultaneamente o material da peça bruta de forja S preenche o compartimento 12 (Figura 2c). Desta maneira, na perfilação final da concavidade A surge na peça bruta de forja S além da concavidade A, uma haste de cilindro KS cilíndrica, formada pelo material que penetrou na fenda anelar 10 e que, como parede externa, envolve a concavidade A. Simultaneamente a

15 peça bruta de forja S após a perfilação final da concavidade A da região da passagem da haste do eixo KS até o segmento até então não deformado da peça bruta de forja S, possui um colar K circunferencial, formado dentro do compartimento 12 que se salienta lateralmente além da haste de pistão KS. Para expulsar a peça bruta forjada do receptáculo 6a do retentor 6, está no-

20 vamente previsto um expulsor, cuja cabeça está assentada no fundo do receptáculo 6a (Figura 2d).

Os conjuntos de forja V1 e V2 podem, conjuntamente, ser parte de uma prensa de forja aqui não representada.

Após a configuração da concavidade A, o colar K será seccionado da peça bruta de forja S em um conjunto de remoção de rebarbas aqui

25 não representado. A peça bruta forjada S depois obtida, e liberta do colar K, está mostrada na Figura 3. O conjunto para cortar o colar K da peça bruta forjada S pode fazer parte de uma segunda prensa de forja, a qual abrange adicionalmente um conjunto de forja V3, previsto para forja final da peça bruta de pistão R a ser deformada a partir da peça bruta de forja S.

30 O conjunto de forja V3 apresenta uma espiga de retenção 14, montada em uma placa básica 13, cujo formato é ajustado ao formato da concavidade A perfilada na peça bruta de forja S. Simultaneamente a altura

da espiga de retenção 14 é maior do que a altura da haste de pistão KS.

Além disso, o conjunto de forja V3 apresenta duas ferramentas de forja 15, 16 para configurar uma gamela oca H na peça bruta de pistão R a ser produzida. Estas ferramentas de forja 15, 16 são configuradas em formato de semiconcha e podem ser movimentadas por um mecanismo regulador 17, 18 desde uma direção lateral contra a espiga de retenção 14, de maneira que na sua posição de trabalho envolvem a circunferência da espiga de retenção 14, protendendo a peça bruta de forja S a espiga de retenção 14. As ferramentas de forja 15, 16 portam na sua face interna, alocada a espiga de retenção 14, uma saliência 19 de alinhamento horizontal que se estende por toda a largura, ou seja, toda a circunferência da respectiva face interna em sentido radial. A profundidade na qual a saliência 19 avança diante da face interna das ferramentas de forja 15, 16, corresponde, no caso, à profundidade da gamela Kue, a qual é configurada na perfilação da concavidade A na região do lado externo da peça bruta de forja S na passagem do seu segmento não deformado na direção do segmento deformado. Ao mesmo tempo, tanto o formato da livre extremidade da saliência 19, como também a sua altura sobre a placa básica 13, são de tal modo dimensionados que com a peça bruta de forja S aplicada com a concavidade A sobre a espiga de retenção 14 e com as ferramentas de forja 15, 16 na operação de serviço, as suas saliências 19 encostam de forma alinhada na gamela Kue. O formato transversal da saliência 19 corresponde, no caso, ao formato transversal da gamela oca H a ser perfilada na peça bruta de pistão R. Por meio de um degrau 20, que se salienta no pé das ferramentas de forja 15, 16 na direção da espiga de retenção 14, as faces internas e as saliências 19 das ferramentas de forja 15, 16 são mantidos na posição de serviço em uma distância para com a espiga de retenção 14 que corresponde ao respectivo diâmetro externo teórico da haste de pistão KS e do fundo de pistão B. Simultaneamente a altura do degrau 20 acima da placa básica 13 é de tal modo dimensionada que a altura existente entre o degrau 20 e a saliência 19 corresponde na altura teórica da haste de pistão KS.

Para o recalque da peça bruta de forja S, o dispositivo V3 a-

brange finalmente um cunho 22 que é sustentado por um jugo 23, estando concentricamente alinhado em relação à espiga de retenção 14. No seu lado frontal voltado na direção da espiga de retenção 14, o cunho 22 possui saliências pelas quais será determinado o formato das gamelas do compartimento combustor M a serem perfiladas no fundo do pistão B.

Para o processo de forja final da peça bruta do pistão R, a peça bruta de forja S, com as ferramentas de forja 15, 16 posicionadas distantes da espiga de retenção 14 e com o cunho 22 na posição inativa, será posicionada com sua concavidade A sobre a espiga de retenção 14, de maneira que o componente não deformado da peça bruta de forjas aponta livremente na direção do cunho 22. Em seguida, as ferramentas de forja 15, 16 serão movidas para a sua posição de trabalho, na qual são forçadas contra a peça bruta de forja S existente na espiga de retenção 14, de maneira que o eixo de pistão KS acabado de ser perfilado é mantido na posição definida e as saliências 19 encontram-se alinhadas na gamela Kue na passagem para a seção não deformada da peça bruta de forja S (Figura 4a).

Em seguida o jugo 23 juntamente com o cunho 22 realizará um curso de forja, pelo qual a seção até então não deformada da peça bruta de forja S será recalçada mediante configuração do fundo do pistão B da peça bruta de pistão R na direção da espiga de retenção 14. No caso, o material da parte até então não deformada da peça bruta de forja S agora recalçado será posicionado nas saliências 19 de maneira que na região da passagem do eixo de pistão KS para o fundo do pistão B, a gamela oca H será configurada com medidas precisas (Figura 4b).

Após o término do curso de forja, o cunho 22 e as ferramentas de forja 15, 16 serão recuados para a sua posição inativa, de maneira que a peça bruta de pistão R que acaba de ser forjada (Figura 5) poderá ser removida do dispositivo V3.

As dimensões da peça bruta de pistão R que acaba de ser forjada diverge na região da base da gamela oca H em um volume adicional de usinagem Z1 de apenas 3 mm, na região da passagem da gamela oca H na direção das faces circunferenciais limítrofes do fundo de pistão B, ou seja,

da haste de pistão KS, em um volume adicional de usinagem Z2 de apenas 2 mm, na região das faces circunferenciais da haste de pistão KS em um volume adicional de usinagem Z3 também de apenas 2 mm na região da face frontal do fundo de pistão B, em um volume adicional de usinagem Z3 igualmente de apenas 2 mm e na região da face circunferencial do fundo de pistão B em um volume adicional de usinagem Z3 novamente de apenas 3 mm em relação às medidas finais do pistão, aqui não representado, a ser produzido finalmente a partir da peça bruta de pistão R. A seqüencial usinagem terminal com remoção de aparas da peça bruta de pistão R verifica-se de forma conhecida com conjuntos de usinagem convencionais.

Os dispositivos V1, V2 e V3 bem como os conjuntos necessários para uma usinagem terminal com remoção de aparas fazem parte de uma linha de produção aqui não representada mais detalhadamente, na qual são produzidos pistões já usinados em caráter final a partir de peça bruta de forja S. Para este fim a linha de produção além dos conjuntos de forja aqui apresentados V1, V2 e V3 e dos conjuntos já mencionados para usinagem terminal com remoção de aparas, podem abranger dispositivos eventualmente necessários para tratamento térmico e limpeza.

Tendo em vista que, de acordo com a invenção, o processo da forja da peça bruta de forja S na perfilação da concavidade A no conjunto de forja V1 é realizado de tal maneira que a gamela Kue na região da passagem entre a região não deformada até o término da usinagem no dispositivo V1 e da haste do pistão KS da peça bruta de forja S é formada a gamela Kue, pode em seguida ser simultaneamente com perfilação do fundo do pistão B a gamela oca H. Além das vantagens de uma alta proximidade das dimensões terminais e da fidelidade de forma, desta maneira, comparado com a forma convencional da produção, poderá ser poupada ao menos uma etapa de trabalho que até então era necessária para perfilar a gamela oca dentro da peça bruta do pistão. No resultado, a invenção possibilita desta maneira maior produtividade pelo encurtamento dos tempos de curso com menores perdas de temperatura dos componentes de forja.

Relação Numérica de Componentes

	V1	Conjunto de Forja
	1	Matriz
	2	Receptáculo
5	2a	Segmento inferior do receptáculo 2
	2b	Segmento alargado em formato de concha do receptáculo 2
	3	Cunho
	4	Espiga de Estampagem
	V2	Conjunto de Forja
10	5	Matriz
	6	Retentor
	6a	Receptáculo do Retentor 6
	7	Cunho
	8	Espiga de Estampagem
15	9	Anel
	10	Fenda anelar
	11	Degrau
	12	Compartimento
	X	Direção do curso do cunho 7
20	V3	Conjunto de Forja
	13	Placa Básica
	14	Espiga Retentora
	15,16	Ferramentas de Forja
	17,18	Mecanismos Reguladores
25	19	Saliência
	20	Degrau
	22	Cunho
	23	Jugo
	A	Concavidade
30	Av	Pré-molde da Concavidade A
	H	Gamela Oca
	K	Colar

- Kue Gamela na passagem entre a seção não deformada e deformada da peça bruta de forja S após a produção da concavidade A.
- KS Haste de Pistão
- M Gamelas do Compartimento de Combustão
- 5 R Peça Bruta de Pistão
- S Peça Bruta de Forja

REIVINDICAÇÕES

1. Processo para produção de um pistão de configuração inteira-
ça para motores de combustão, possuindo uma haste de pistão (KS), um
fundo de pistão (B) sustentado pela haste de pistão (KS), bem como ao me-
5 nos uma gamela oca (H), perfilada lateralmente em uma face circunferencial
do pistão na região de passagem da haste de pistão (KS) para o fundo de
pistão (B), por meio de forja e trabalhos de usinagem finais, caracterizado
pelo fato de que a forja abrange as seguintes etapas de trabalho:

- por meio de um cunho (7) e utilizando o princípio da prensa-
10 gem de fluxo inverso, em uma peça bruta de forja (S), partindo por um de
seus lados frontais, é perfilada uma concavidade (A), cuja parede externa,
formada por um fluxo de material contrário à direção de atuação do cunho
(7), forma a haste (KS) do pistão;

- em seguida, uma ferramenta de forja (15, 16) que configura a
15 gamela oca (H), passa a atuar sobre a face circunferencial da peça bruta de
forja (S) que deverá receber a gamela oca (H);

- partindo do outro lado frontal da peça bruta de forja (S), por
meio de uma operação de recalque e conservando a ação da ferramenta de
forja (15, 16) que configura a gamela oca (H), será configurado o fundo do
20 pistão (B).

2. Processo de acordo com uma das reivindicações preceden-
tes, caracterizado pelo fato de que a ferramenta de forja (15, 16) que confi-
gura a gamela oca (H) realiza a perfilação da gamela oca (H) por desloca-
mento de material na peça bruta de forja (S).

25 3. Processo de acordo com uma das reivindicações preceden-
tes, caracterizado pelo fato de que após a produção da haste do pistão (KS)
e antes da atuação da ferramenta de forja (15, 16) que configura a gamela
oca (H), a peça bruta de forja (S) apresenta na região da haste de pistão
(KS) um diâmetro maior do que no seu segmento até então ainda não de-
30 formado.

4. Processo de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo
fato de que a ferramenta de forja (15, 16) que configura a gamela oca (H) é

aplicada na região da passagem entre a haste de pistão (KS) e do segmento, até então não deformado, da peça bruta de forja.

5 5. Processo de acordo com uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que a perfilação da concavidade (A) realiza-se ao menos em duas etapas.

6. Processo de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de que a concavidade (A) é pré-moldada em um primeiro pré-estágio e em seguida, mediante configuração na haste do pistão (KS), será acabada de ser moldada pelo emprego da prensagem do fluxo inverso.

10 7. Processo de acordo com uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que um colar (K), formado na peça bruta de forja (S) no decurso da perfilação da concavidade (A), é cortado antes da forja final da peça bruta do pistão (R).

15 8. Linha de produção para produzir um pistão de configuração inteiriça para motores de combustão que compreende uma haste de pistão (KS), um fundo de pistão (B), sustentado pela haste de pistão (KS), bem como ao menos uma gamela oca (H), lateralmente configurada na face circunferencial do pistão,

20 - com um conjunto de forja (V2) destinado a perfilar a concavidade (A) no lado frontal de uma peça bruta de forja (S), conjunto este que possui um cunho (7) em posição central e que por ocasião de um curso de forja possui uma seção do cunho (8) que penetra na peça bruta de forja (S), estando envolto por uma fenda anelar (10) de maneira que o material da peça bruta de forja (S) penetre por ocasião de um curso de forja, de acordo
25 com o princípio da prensagem de fluxo inverso, contrário à direção do curso do cunho (7), dentro da fenda anelar (10), e

30 - com um outro conjunto de forja (V3) que possui um receptáculo (14) para a peça bruta de forja (S) configurada do primeiro conjunto de forja (V2), uma ferramenta de forja (15, 16) configurada como gamela oca (H), conjunto regulador (17, 18) para aplicação da ferramenta de forja (15, 16) que configura a gamela oca (H) em uma face circunferencial da peça bruta de forja (S), retida pelo receptáculo (14) bem como um cunho (22) para con-

figurar o fundo do pistão (B) por meio de recalque da peça bruta de forja (S), partindo do seu lado frontal oposto à concavidade (A).

9. Linha de produção de acordo com a reivindicação 8, caracterizada pelo fato de que o conjunto de forja (V2) para perfilar a concavidade (A) na peça bruta de forja (S) é precedida por um conjunto de forja (V1) para pré-moldagem da concavidade (A).

10. Linha de produção de acordo com a reivindicação 8 ou 9, caracterizada pelo fato de que abranger um conjunto para cortar um colar (K) perfilado na peça bruta de forja (S) no primeiro conjunto de forja (V1).

11. Peça bruta de pistão (R) forjada e inteiriça para produção de um pistão para motores de combustão, com uma haste de pistão (KS), um fundo de pistão (B) sustentado pela haste de pistão (KS), bem como uma gamela oca (H) ao menos lateralmente em uma face circunferencial da peça bruta de pistão (R), caracterizada pelo fato de que a gamela oca (H) diverge por um volume adicional de usinagem máximo de 4 mm da medida final correspondente do pistão a ser produzido a partir da peça bruta de pistão (R).

12. Peça bruta de pistão de acordo com a reivindicação 11, caracterizada pelo fato de que o seu diâmetro na haste do pistão (KS) diverge com um volume adicional máximo de 3 mm da medida final correspondente do pistão a ser produzido da peça bruta de pistão (R).

13. Peça bruta de pistão de acordo com a reivindicação 11 ou 12, caracterizada pelo fato de que o fundo do pistão (B) diverge em um volume adicional de usinagem máximo de 4 mm da medida final correspondente do pistão a ser produzido a partir da peça bruta do pistão (R).

14. Pistão para motores de combustão produzido a partir de uma peça bruta de pistão (R) fabricada por forja de modo inteiriço, com uma haste de pistão, um fundo de pistão sustentado pela haste de pistão bem como ao menos uma gamela oca lateralmente perfilada em uma face circunferencial do pistão, caracterizado pelo fato de que o traçado das fibras da estrutura na superfície da gamela côncava corresponde ao traçado de fibras apresentado pela peça bruta de forja antes da usinagem final em uma distância máxima de 3 mm da superfície de sua gamela côncava.

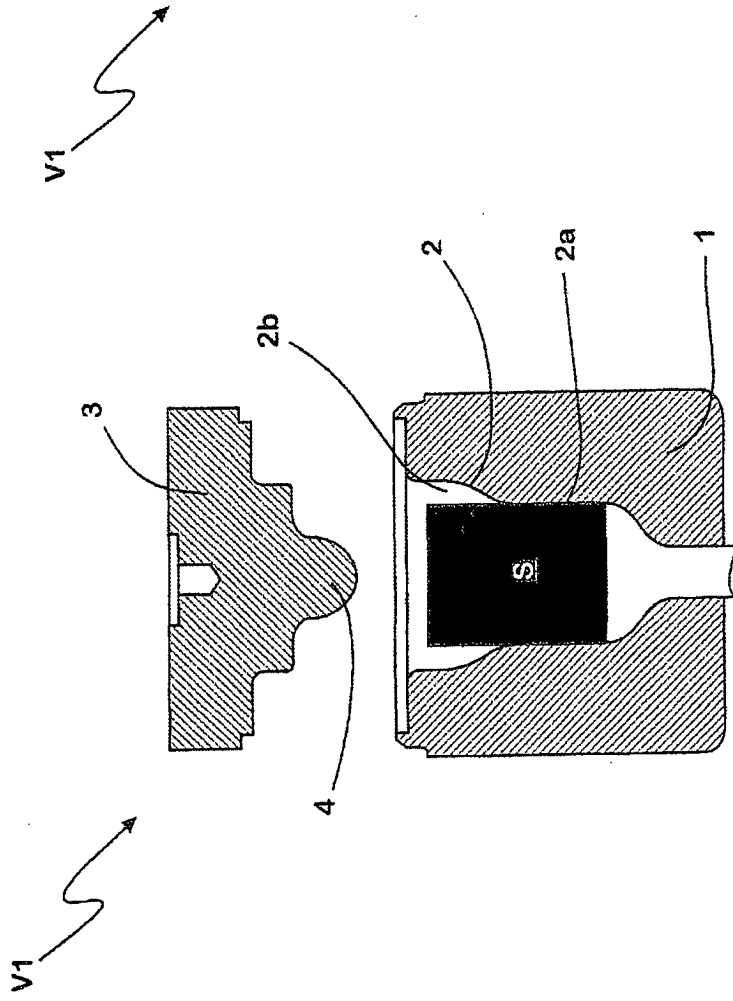


Fig. 1a

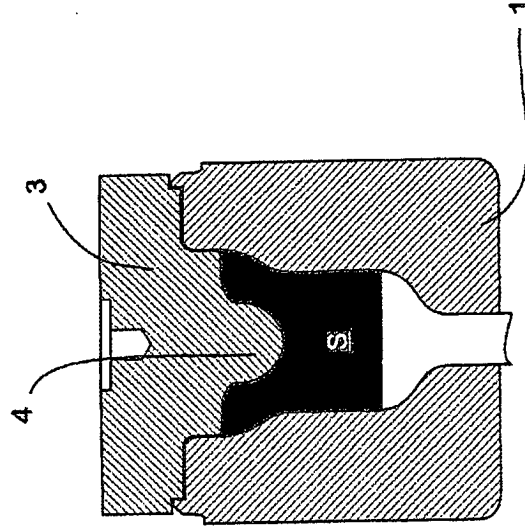


Fig. 1b

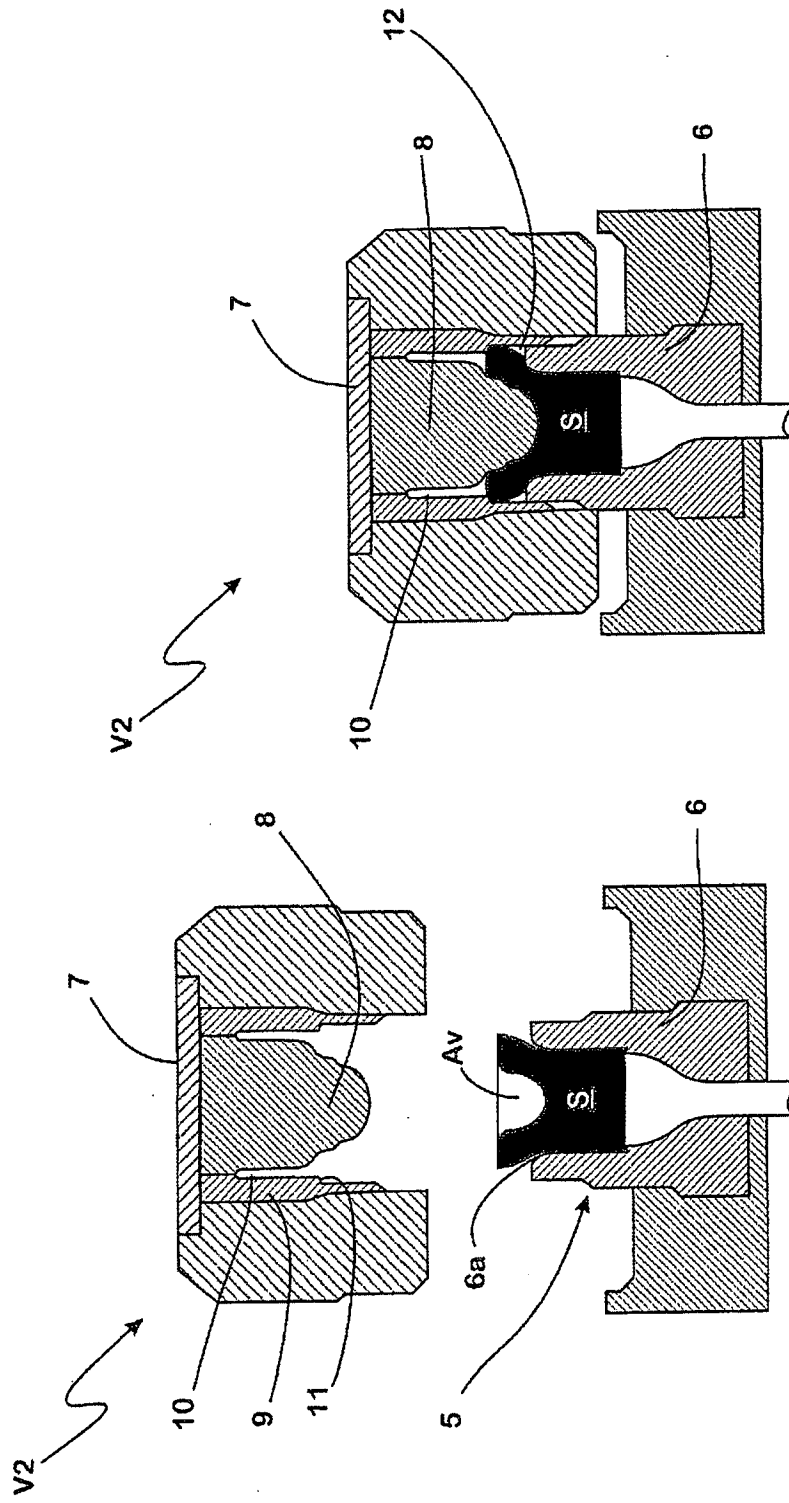


Fig. 2b

Fig. 2a

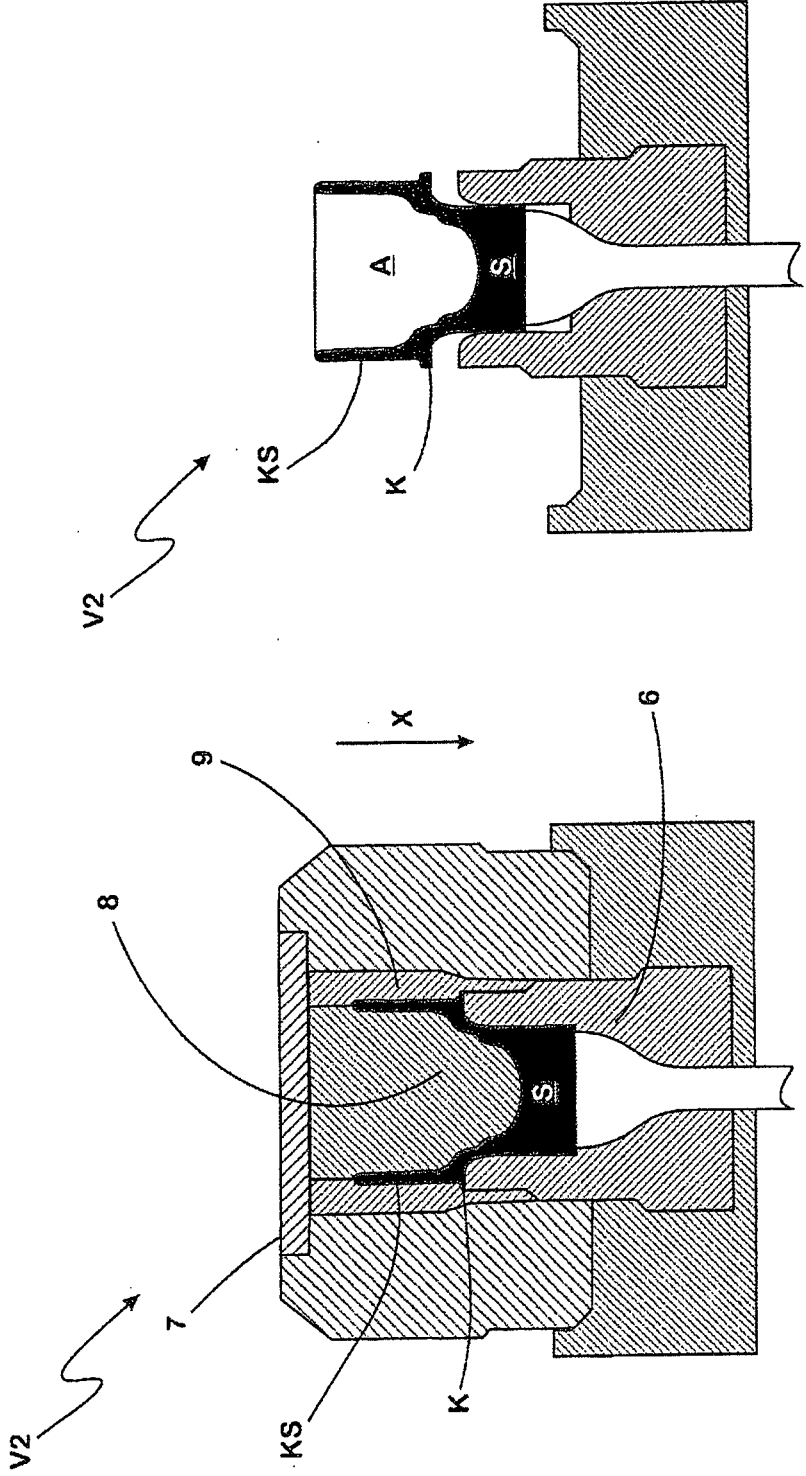


Fig. 2d

Fig. 2c

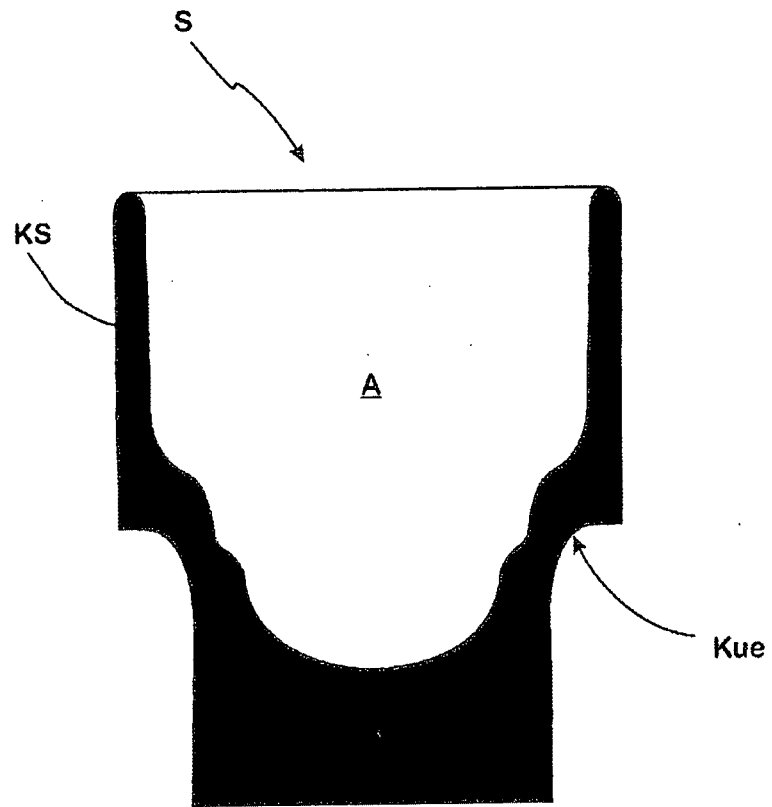


Fig. 3

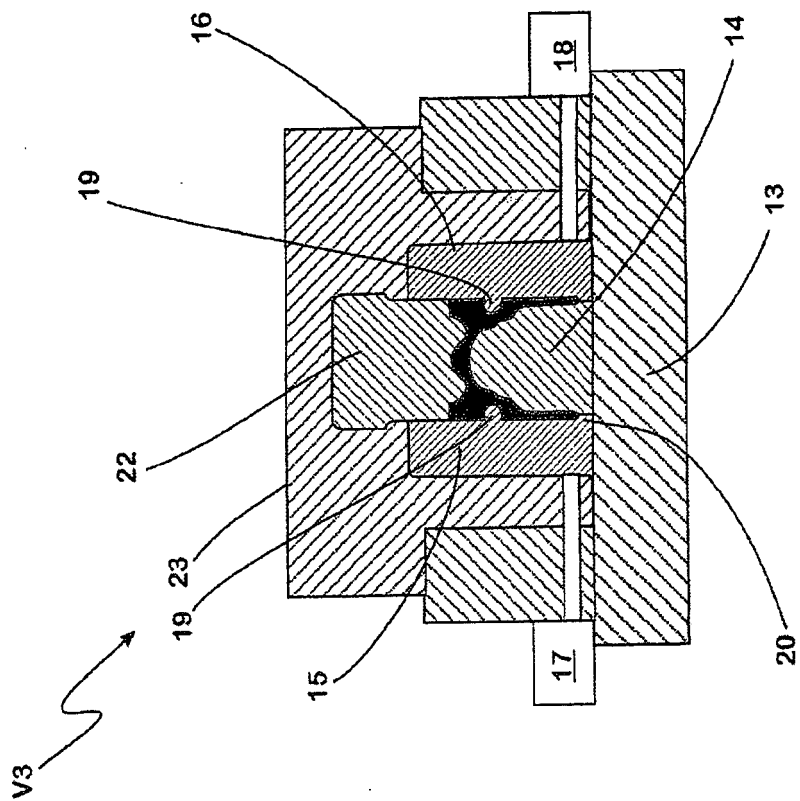


Fig. 4b

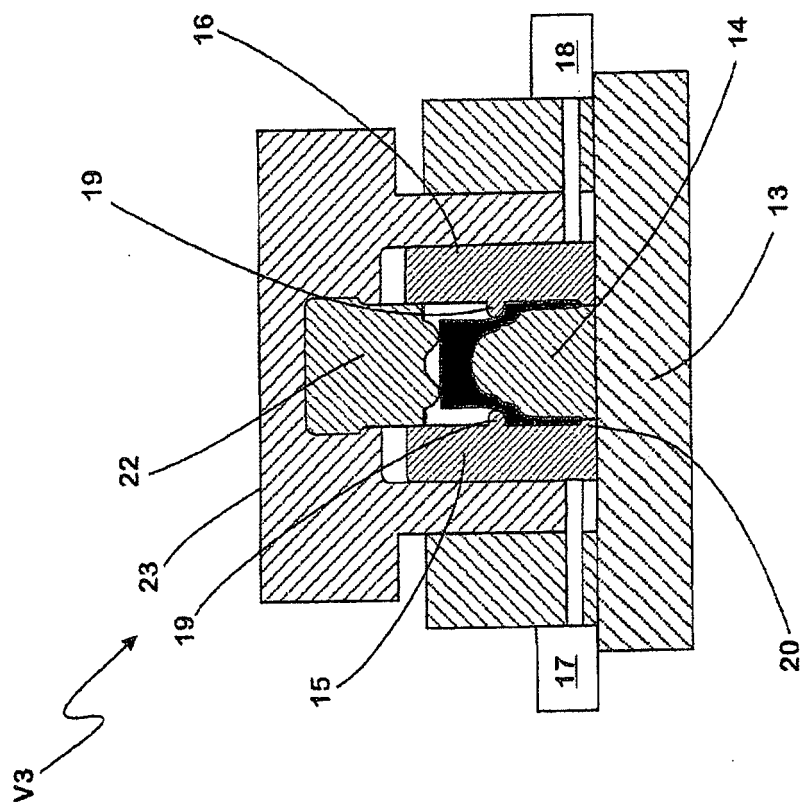


Fig. 4a

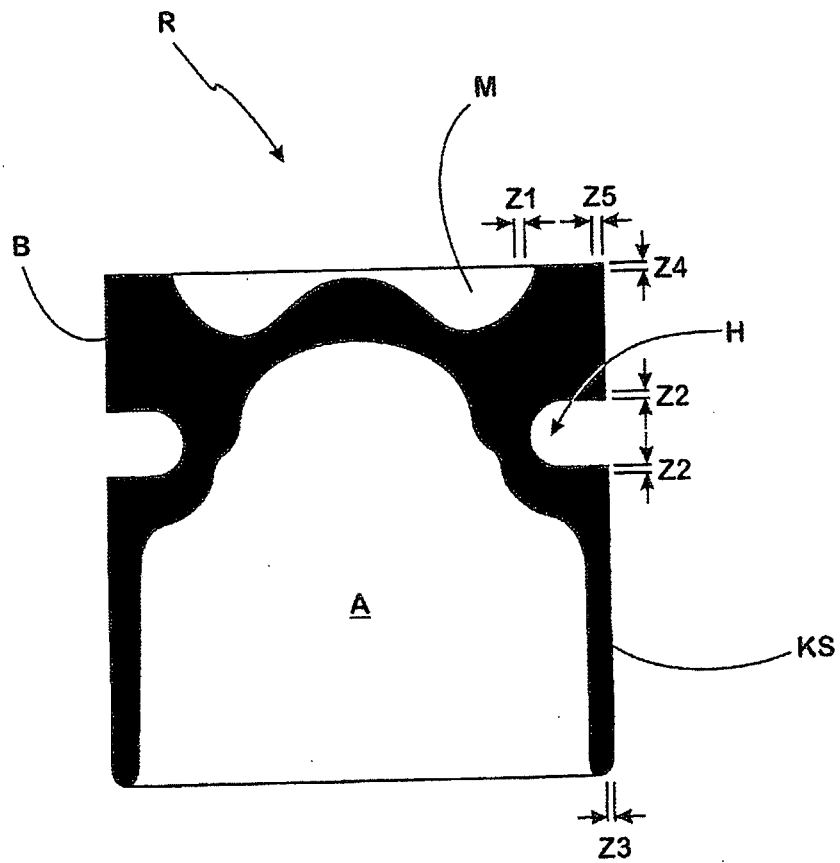


Fig. 5

RESUMO

Patente de Invenção: **"PROCESSO, LINHA DE PRODUÇÃO E PEÇA BRUTA DE PISTÃO PARA PRODUZIR UM PISTÃO DE CONFIGURAÇÃO INTEIRIÇA PARA MOTORES DE COMBUSTÃO, BEM COMO PISTÃO PARA MOTORES DE COMBUSTÃO"**.

A presente invenção refere-se a um processo, bem como uma linha de produção equipada que permitem a produção de peças brutas de pistão (R) com medidas próximas às medidas finais que no decurso da usinagem terminal somente precisam ser usinadas com remoção de aparas em reduzida extensão. Isto será logrado pelo fato de que o eixo do pistão (KS) da peça bruta de pistão (R) é produzido segundo o processo de prensagem de fluxo inverso. Por outro lado, de acordo com a invenção, já na peça bruta do pistão (R), por uma operação de deformação, é produzida uma gamela côncava (H). Para este fim está prevista uma ferramenta de forja especial, a qual, depois de produzida a haste do pistão (KS) age sobre a peça bruta do pistão (R) de uma maneira tal que no mais tardar na subsequente configuração do fundo de pistão (B) passa a ser formada a referida gamela oca (H). Desta maneira será lograda uma redução nítida do peso de um pistão produzido de acordo com a invenção, comparado com pistões forjados convencionalmente produzidos.