

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

(11) PI 0712328-0 B1

(22) Data do Depósito: 30/04/2007

(45) Data de Concessão: 08/12/2015

(RPI 2344)



* B R P I 0 7 1 2 3 2 8 B 1 *

(54) Título: SISTEMA DE MASSALOTE PARA FUNDIÇÃO DE METAL

(51) Int.Cl.: B22C 9/08

(30) Prioridade Unionista: 09/06/2006 GB 0611430.0

(73) Titular(es): FOSECO INTERNATIONAL LIMITED

(72) Inventor(es): TREVOR LEONARD TACKABERRY, PHILIP ROBERT DAHLSTROM, ANTHONY COSMO MIDEA, COLIN POWELL

“SISTEMA DE MASSALOTE PARA FUNDIÇÃO DE METAL”

A presente invenção relaciona a um elemento de massalote aperfeiçoado para uso em operações de fundição de metal utilizando moldes de fundição, especialmente mas não exclusivamente em sistemas de moldagem em areia de média pressão.

Em um processo de fundição típico, metal em fusão é vertido em uma cavidade de molde pré-formada que define a forma da peça fundida. Porém, à medida que o metal se solidifica, ele se contrai, resultando em cavidades de contração que por sua vez resultam em imperfeições inaceitáveis na peça fundida final. Este é um problema bem conhecido na indústria de fundição e é tratado pelo uso de luvas alimentadoras ou montantes que são integradas no molde durante a formação do molde. Cada luva alimentadora provê um volume ou cavidade adicional (normalmente incluído) que está em comunicação com a cavidade de molde, de forma que metal em fusão também entra na luva alimentadora. Durante a solidificação, metal em fusão dentro da luva alimentadora escoar de volta para a cavidade de molde para compensar a contração da peça fundida. É importante que metal na cavidade da luva alimentadora permaneça em fusão mais tempo que o metal dentro da cavidade do molde, de modo que luvas alimentadoras são feitas para serem altamente isolantes ou mais usualmente exotérmicas, de forma que por contato com o metal em fusão, calor adicional é gerado para retardar a solidificação.

Depois da solidificação e remoção do material do molde, metal residual indesejado proveniente de dentro da cavidade da luva alimentadora permanece preso à peça fundida e deve ser removido. A fim de facilitar remoção do metal residual, a cavidade da luva alimentadora pode ser afilada em direção à sua base (ou seja, a extremidade da luva alimentadora que será a mais próxima da cavidade de molde) em um projeto geralmente chamado luva estrangulada. Quando um sopro afiado é aplicado ao metal residual ele se

separa no ponto mais fraco que vai estar perto do molde (o processo geralmente conhecido como “desprendimento”). Uma pequena impressão na peça fundida também é desejável para permitir o posicionamento de luvas alimentadoras em áreas da peça fundida onde acesso pode ser restrito por elementos adjacentes.

Embora luvas alimentadoras possam ser aplicadas diretamente sobre a superfície da cavidade de molde, elas são freqüentemente usadas em conjunto com um macho estrangulador. Um macho estrangulador é simplesmente um disco de material refratário (tipicamente um macho de areia aglutinado por resina ou um macho de cerâmica ou um macho do material da luva alimentadora) com um furo em seu centro que se assenta entre a cavidade de molde e a luva alimentadora. O diâmetro do furo através do macho estrangulador é projetado para ser menor que o diâmetro da cavidade interior da luva alimentadora (que necessariamente não precisa ser afilada) de forma que a expulsão ocorre no macho estrangulador perto do molde.

Machos estranguladores também podem ser fabricados a partir de metal. DE 196 42 838 A1 descreve um sistema de alimentação modificado no qual o macho estrangulador cerâmico tradicional é substituído por uma coroa circular plana rígida e DE 201 12 425 U1 descreve um sistema de alimentação modificado utilizando uma coroa circular rígida “em forma de chapéu”.

Moldes de fundição são comumente formados usando um modelo de moldagem que define a cavidade do molde. Pinos são providos na placa do modelo em locais predeterminados como pontos de montagem para as luvas alimentadoras. Uma vez as luvas exigidas estão montadas sobre a placa do modelo, o molde é formado vertendo areia de moldagem sobre a placa do modelo e em torno das luvas alimentadoras até que as luvas alimentadoras estejam cobertas e a caixa do molde esteja cheia. O molde tem que ter resistência suficiente para resistir à erosão durante o verter do metal

em fusão, para suportar a pressão ferrostática exercida sobre o molde quando cheio e resistir a forças de expansão/compressão quando o metal solidifica.

Areia de moldagem pode ser classificada em duas categorias principais. Ligada por substância química (baseada em aglutinantes ou orgânicos ou inorgânicos) ou ligada por argila. Aglutinantes de moldagem quimicamente ligados são tipicamente sistemas auto-endurecíveis onde um aglutinante e um endurecedor químico são misturados com a areia e o aglutinante e o endurecedor começam a reagir imediatamente, mas suficientemente lentamente o bastante permitir que a areia seja conformada em torno em torno da placa de modelo e então deixada endurecer o bastante para remoção e fundição.

A peça moldada ligada por argila usa argila e água como o aglutinante e pode ser usada no estado “verde” ou “não secado” e é geralmente chamada areia verde. Misturas de areia verde não escoam prontamente ou se movem facilmente sob forças de compressão apenas e portanto para compactar a areia verde em torno do modelo e dar ao molde propriedades de resistência suficientes como detalhado previamente, uma variedade de combinações de sacudir, vibrar, apertar e bater é aplicada para produzir moldes de resistência uniforme a alta produtividade. A areia é tipicamente comprimida (compactada) a alta pressão, usualmente usando um ariete hidráulico (o processo sendo chamado “socagem”). Com as crescentes exigências de produtividade e complexidade de fundição, há uma necessidade de moldes mais estáveis dimensionalmente e a tendência é para pressões mais altas de socagem que podem resultar em quebra da luva alimentadora e/ou do macho estrangulador quando presente, especialmente se o macho estrangulador ou a luva alimentadora está em contato direto com a placa de modelo antes da socagem.

O problema acima é aliviado em parte pelo uso de pinos elásticos. A luva alimentadora e o macho localizador opcional (semelhante

em composição e dimensões globais aos machos estranguladores) é espaçada inicialmente da placa de modelo e se move para a placa de modelo por socagem. O pino elástico e a luva alimentadora podem ser projetados de tal modo que após a socagem, a posição final da luva é tal que ela não está em contato direto com a placa de modelo e pode estar tipicamente distante de 5 a 25 mm da superfície do modelo. O ponto de desprendimento é freqüentemente imprevisível porque ele é dependente das dimensões e do perfil da base dos pinos elásticos e portanto resulta em custos de limpeza adicionais. A solução oferecida em EP-A-1184104 é uma luva alimentadora de duas partes. Sob compressão durante formação do molde, uma parte de molde (luva) entra em movimento telescópico na outra. Uma das partes de molde (luva) está sempre em contato com a placa de modelo e não há nenhuma exigência para um pino elástico. Porém, há problemas associados com o arranjo telescópico de EP-A- 1184104. Por exemplo, devido à ação telescópica, o volume da luva alimentadora depois da moldagem é variável e dependente de uma gama de fatores incluindo pressão da máquina de moldagem, geometria da peça fundida e propriedades da areia. Esta imprevisibilidade pode ter um efeito prejudicial sobre o desempenho de alimentação. Além disso, o arranjo não é idealmente apropriado onde são requeridas luvas exotérmicas. Quando luvas exotérmicas são usadas, o contato direto de material exotérmico com a superfície da peça fundida é indesejável e pode resultar em mau acabamento de superfície, contaminação localizada da superfície da peça fundida e até mesmo defeitos de gás de subsuperficiais.

Ainda uma desvantagem adicional do arranjo telescópico da EP-A-1184104 surge das linguetas ou flanges que são exigidas para manter o espaçamento inicial das duas partes de molde (luva). Durante a moldagem, estas pequenas linguetas se rompem (permitindo assim que a ação telescópica tenha lugar) e simplesmente caem entra na areia de moldagem. Durante um

período de tempo, estes pedaços vão se acumular na areia de moldagem. O problema é particularmente agudo quando os pedaços são feitos de material exotérmico. A umidade proveniente da areia pode reagir potencialmente com o material exotérmico (por exemplo alumínio metálico) criando o potencial para pequenos defeitos explosivos.

Uma tentativa de mitigar o efeito de quebra de luva é feita em DE 201 12 425 U1 provendo a superfície de montagem que suporta o peso da luva com um par de rebordos espaçados entre si que com a superfície de montagem, forma um canal ou sulco dentro qual a luva assenta. O rebordo interno previne que pedaços quebrados da luva caiam no molde e o rebordo exterior impede que pedaços quebrados caiam na areia de moldagem.

WO2005/051568 (cuja descrição inteira é aqui incorporada por referência) descreve um elemento de massalote (um macho estrangulador desmontável) que é especialmente útil em sistemas de moldagem de areia de alta pressão. O elemento de massalote tem uma primeira extremidade para montar em um modelo de molde, uma segunda extremidade oposta para receber uma luva alimentadora e uma perfuração entre a primeira e a segunda extremidades definida por uma parede lateral escalonada. A parede lateral escalonada é projetada para se deformar irreversivelmente sob uma carga predeterminada (correspondendo à força de esmagamento). O elemento de massalote oferece numerosas vantagens sobre machos estranguladores tradicionais incluindo:

- (i) uma menor área de contato do elemento de massalote (abertura para a peça fundida);
- (ii) uma impressão pequena (contato de perfil externo) sobre a superfície da peça fundida;
- (iii) probabilidade reduzida de quebra de luva alimentadora sob altas pressões durante formação do molde; e
- (iv) desprendimento consistente com exigências de limpeza

significativamente reduzidas.

O elemento de massalote de WO2005/051568 é exemplificado em um sistema de moldagem de areia de alta pressão. As altas pressões de socagem envolvidas requerem o uso de luvas alimentadoras alta resistência (e

5 alto custo). Esta alta resistência é alcançada por uma combinação do projeto da luva alimentadora (ou seja, forma, espessura etc.) e o material (ou seja, materiais refratários, adição e tipo de aglutinante, processo de fabricação etc.). Os exemplos demonstram o uso do elemento de massalote com uma luva alimentadora FEEDEX HD-VS 159 que é projetada para ser resistente a

10 pressão (ou seja, alta resistência) e para alimentação por ponto (alta densidade, altamente exotérmica, de parede espessa, demanda de alimentação em volume não elevada). A luva alimentadora é presa ao elemento de massalote via uma superfície de montagem que suporta o peso da luva alimentadora e o que é perpendicular ao eixo da perfuração. Para moldagem a

15 média pressão há a oportunidade potencial de usar luvas de mais baixa resistência ou seja, projetos diferentes (formas e espessuras de parede etc.) e/ou composição diferente (ou seja, resistência mais baixa). Independentemente do projeto da luva e da composição, haveria ainda

20 questões associadas com o desprendimento da peça fundida (variabilidade e tamanho de impressão na peça fundida) e necessidade de uma boa consolidação de areia abaixo do elemento de massalote. Se o elemento de massalote da WO2005/051568 fosse empregado em linhas de moldagem a

25 média pressão seria necessário projetar o elemento de forma que ele se desmoronasse suficientemente na pressão moldagem mais baixa (comparada a moldagem em alta pressão) ou seja para ter uma resistência de esmagamento inicial mais baixa. Também seria altamente vantajoso usar luvas alimentadoras de resistência mais baixa (tipicamente luvas de densidade mais baixa) que permitiriam que uma maior gama de projetos de luva e composições fosse usada bem sucedidamente e otimamente para uma maior

gama de tipos de peça fundida e luvas alimentadoras de custo correspondentemente mais baixo. Porém, quando isto foi tentado os inventores constataram surpreendentemente que a luva alimentadora sofria dano e quebras na moldagem e se usada para fundição teria resultado em peça fundida sofrendo de defeitos.

É um objeto da presente invenção em um primeiro aspecto prover um elemento de massalote aperfeiçoado que pode ser usado em uma operação de moldagem de peça fundida. Em particular, é um objeto da presente invenção em seu primeiro aspecto estender a utilidade de elementos de massalote desmontáveis em sistemas de moldagem de média pressão enquanto permitindo o uso de luvas alimentadoras relativamente fracas sem introduzir defeitos na peça fundida.

De acordo com um primeiro aspecto da presente invenção, é provido um elemento de massalote para uso em fundição de metal, dito elemento de massalote incluindo:

- (i) uma primeira extremidade para montar sobre um modelo de molde;
 - (ii) uma segunda extremidade oposta para receber uma luva alimentadora; e
 - (iii) uma perfuração entre a primeira e a segunda extremidades definida por uma parede lateral escalonada;
- dito elemento de massalote sendo compressível em uso de modo a reduzir a distância entre a primeira e a segunda extremidades, em que a parede lateral escalonada tem uma primeira região de parede lateral definindo a segunda extremidade do elemento e uma superfície de montagem em uso para uma luva alimentadora, dita região de parede lateral sendo para o eixo da perfuração por menos que 90° e uma segunda região de parede lateral contígua com a primeira região de parede lateral, dita segunda região de parede lateral sendo é paralela a ou inclinada para o eixo da perfuração a um

ângulo diferente para a primeira região de parede lateral de modo a definir um degrau na parede lateral.

O elemento de massalote pode incluir regiões de parede lateral adicionais, pelo que múltiplos degraus na parede lateral são definidas em cujo caso pelo menos uma das regiões de parede lateral adicionais é preferivelmente inclinada a um maior ângulo para o eixo que a primeira região de parede lateral.

Será notado ao se ler WO2005/051568 que, embora a orientação da região de parede lateral definindo a superfície de montagem para a luva alimentadora e sustentando o peso da luva alimentadora não seja particularmente limitada, é dito que ela é preferivelmente perpendicular ao eixo da perfuração como é mostrado em todos os exemplos. A única significação colocada na orientação desta superfície é que o arranjo perpendicular é o mais conveniente para montar a luva.

Preferivelmente a primeira região de parede lateral é inclinada para o eixo da perfuração a um ângulo de entre 5° e 85° , mais preferivelmente a um ângulo de entre 15° e 80° , ainda mais preferivelmente a um ângulo de entre 25° e 75° , e o mais preferivelmente a um ângulo de entre 30° e 70° . Por exemplo, a primeira região de parede lateral pode ser inclinada para o eixo da perfuração a um ângulo de 60° .

Será entendido que a intensidade da compressão e a força exigida para induzir compressão vão ser influenciadas por vários fatores inclusive o material de fabricação do elemento de massalote e a forma e espessura do parede lateral. Será entendido igualmente que elementos de massalote individuais serão projetados de acordo com a aplicação pretendida, as pressões antecipadas envolvidas e as exigências de tamanho do massalote.

Preferivelmente, a resistência ao esmagamento inicial (ou seja, a força exigida para iniciar compressão e deforma o irreversivelmente elemento de massalote e sobre e acima da flexibilidade natural que ele tem

seu estado não usado e não esmagado) é não mais que 5000 N, e mais preferivelmente não mais que 3000 N. Se a resistência ao esmagamento inicial for muito alta, então a pressão de moldagem pode fazer a luva alimentadora falhar antes da compressão ser iniciada. Preferivelmente, a força de esmagamento inicial é pelo menos 250 N. Se a força de esmagamento for muito baixa, então a compressão do elemento pode ser iniciada acidentalmente, por exemplo se uma pluralidade de elementos é empilhada para armazenamento ou durante transporte.

O elemento de massalote da presente invenção pode ser considerado como um macho estrangulador desmontável uma vez que este termo adequadamente descreve algumas das funções do elemento em uso. Tradicionalmente, machos estranguladores compreendem areia ligada por resina ou são de um material cerâmico ou um macho de material de luva alimentadora. Porém, o elemento de massalote da invenção atual pode ser fabricado a partir de uma variedade de outros materiais apropriados inclusive metal. Em certas configurações pode ser mais apropriado considerar o elemento de massalote como sendo um pescoço de massalote.

Como aqui usado, o termo "compressível" é usado em seu sentido mais amplo e só é destinado apenas para significar que o comprimento do elemento de massalote entre suas primeira e segunda extremidades é menor após compressão que antes de compressão. Preferivelmente, dita compressão é não reversível, ou seja, depois da remoção da força indutoras de compressão o elemento de massalote não reverte à sua forma original.

Em uma modalidade particularmente preferida, a parede lateral escalonada do elemento de massalote inclui uma primeira série de regiões de parede lateral (dita série tendo pelo menos um membro) na forma de anéis (que não são necessariamente planos) de diâmetro crescente (quando dita série tem mais de um membro) interconectada e integralmente formada com uma segunda série de regiões de parede lateral (dita segunda série tendo um

pelo menos membro). Preferivelmente, as regiões de parede lateral são de espessuras substancialmente uniformes, de forma que o diâmetro da perfuração do elemento de massalote aumenta desde a primeira extremidade para a segunda extremidade do elemento de massalote. Convenientemente, a

5 segunda série de regiões de parede lateral é de regiões cilíndricas (ou seja, paralelas ao eixo da perfuração), embora elas possam ser troncônicas (ou seja, inclinadas para o eixo da perfuração). Ambas as séries de regiões de parede lateral podem ser de forma não circular (por exemplo oval, quadrada, retangular, ou em forma de estrela). A segunda região de parede lateral

10 constitui a região de parede lateral da segunda série mais próxima da segunda extremidade do elemento de massalote.

O comportamento em compressão do elemento de massalote pode ser alterado ajustando as dimensões de cada região de parede lateral. Em uma modalidade, todas as regiões da primeira série de regiões de parede lateral têm o mesmo comprimento e todas as regiões da segunda série de regiões de parede lateral têm o mesmo comprimento (que pode ser igual a ou diferente ao da primeira série de regiões de parede lateral e que pode ser igual a ou diferente ao da primeira região de parede lateral). Em uma modalidade preferida porém, o comprimento da primeira série de regiões de parede lateral

15 e/ou a segunda série de regiões de parede lateral aumentam incrementadamente para a primeira extremidade do elemento de massalote.

O elemento de massalote pode ser definido pela primeira região de parede lateral e cada uma da primeira e segunda série de regiões de parede lateral. Porém, o elemento de massalote pode ter tantos quanto seis ou

25 mais de cada uma da primeira e segunda séries de regiões de parede lateral. Em uma modalidade particularmente preferida, são providas quatro da primeira série e cinco da segunda série.

Preferivelmente, a espessura das regiões de parede lateral é de cerca de 4 a 24%, preferivelmente de cerca de 6 a 20%, mais preferivelmente

de cerca de 8 a 16% da distância entre os diâmetros interno e externo das primeiras regiões de parede lateral (ou seja, a espessura anular no caso de anéis planos (coroas circulares)).

Preferivelmente, a distância entre os diâmetros interno e externo da primeira série de regiões de parede lateral é 4 a 10 mm e o mais preferivelmente 5 a 7,5 mm. Preferivelmente, a espessura das regiões de parede lateral é 0,2 a 1,5 mm e o mais preferivelmente 0,3 a 1,2 mm. A espessura ideal das regiões de parede lateral vão variar de elemento a elemento e ser influenciadas pelo tamanho, forma e material do elemento de massalote, e pelo processo usado para sua fabricação.

Em uma modalidade conveniente, apenas um contato de borda é formado entre o elemento de massalote e a peça fundida, a primeira extremidade (base) do elemento de massalote sendo definida por uma região de parede lateral da primeiro ou segunda série que é não perpendicular ao eixo da perfuração. Será apreciado da discussão precedente que tal arranjo é vantajoso em minimizar a impressão e a área de contato do elemento de massalote. Em tais modalidades, a região de parede lateral que define a primeira extremidade do elemento de massalote pode ter uma orientação e/ou de comprimento diferente das outras regiões de parede lateral dessa série. Por exemplo, a região de parede lateral que define a base pode ser inclinada para o eixo da perfuração a um ângulo de 5 a 30°, preferivelmente 5 a 15°. Preferivelmente, a borda livre da região de parede lateral que define a primeira extremidade do elemento de massalote tem um flange ou friso anular dirigido para dentro.

Será entendido a partir da discussão precedente que o elemento de massalote é destinado a ser usado junto com uma luva alimentadora. Assim, a invenção provê em um segundo aspecto um sistema de massalote para fundição de metal compreendendo um elemento de massalote conforme o primeiro aspecto e uma luva alimentadora presa ao mesmo.

Uma luva alimentadora padrão tem uma base anular para montar sobre um macho estrangulador (desmontável ou outro). No sistema de massalote do segundo aspecto a base da luva alimentadora é perfilada no mesmo ângulo que a primeira região de parede lateral do elemento de massalote.

A natureza da luva alimentadora não é particularmente limitada e pode ser por exemplo isolante, exotérmicas ou uma combinação de ambos. Nem seu modo de fabricação é particularmente limitado, ela pode ser fabricada por exemplo usando o método ou de suspensão ou de disparo de macho. Tipicamente uma luva alimentadora é feita a partir de uma mistura cargas refratárias (por exemplo fibras, microesferas ocas e/ou materiais particulados) e aglutinantes. Uma luva exotérmica requer ainda um combustível adiante (normalmente alumínio ou liga de alumínio) e normalmente iniciadores/sensibilizantes. Luvas alimentadoras apropriadas incluem por exemplo aquelas vendidas por Foseco sob o nome de comércio KALMIN, KALMINEX ou FEEDEX. Luvas alimentadora estão disponíveis em várias formas que incluem cilindros fechados e abertos, ovais, estreitamentos e domos. Preferivelmente o elemento de massalote é usado junto com qualquer projeto de luva de inserto convencional que consista de uma luva fechada (capeada) que pode ser de topo plano, em forma de domo, domo de topo plano, ou qualquer outro projeto de luva de inserto. A luva alimentadora pode ser convenientemente presa ao elemento de massalote por adesivo mas também pode ser encaixada por impulso ou pode ter a luva moldada em torno de parte do elemento de massalote. Preferivelmente a luva alimentadora é aderida ao elemento de massalote.

A invenção permite usar o uso de luvas de mais baixa resistência até um valor de 3,5 kN. Preferivelmente, a resistência da luva é pelo menos 5 kN. Preferivelmente, a resistência da luva é de menos que 20 kN. Para facilidade de comparação a resistência de uma luva alimentadora

está definida como a resistência à compressão de um corpo de prova cilíndrico de 50x50mm feito do material de luva alimentadora. Uma máquina de ensaio de compressão 201/70 EM (Form & Test Seidner, Alemanha) é usada e operada conforme as instruções do fabricante. O corpo de prova é colocado centralmente na inferior das placas de aço e carregado até a destruição à medida que a placa inferior é movida para a placa superior a uma taxa de 20 mm/minuto. A resistência efetiva da luva alimentadora não só será dependente da composição exata, do aglutinante usado e do método de fabricação, mas também do tamanho e projeto da luva, o que é ilustrado pelo fato que a resistência de um corpo de prova é normalmente mais alta que aquela medida para uma luva padrão tampou 6/9K luva. A disponibilidade potencial de uma maior gama de projetos e composições de luva que podem ser usadas junto com a invenção possibilita que luva a mais apropriada (tecnicamente e economicamente) seja especificada para cada peça fundida individual o que não é possível com a arte anterior existente.

Serão descritas agora modalidades da invenção somente a título de exemplo com referência aos desenhos anexos em que:-

A figura 1 é uma seção transversal de um corpo de prova que contém características do elemento de massalote conforme a invenção.

As figuras 2a e 2b são respectivamente uma seção transversal e uma vista de topo de um elemento de massalote conhecido.

A figura 3a é um projeto de luva alimentadora VSK conhecido.

A figura 3b é um projeto de luva alimentadora 6/9K conhecido.

A figura 3c é um projeto de luva alimentadora de domo com topo plano.

A figura 4 é uma seção transversal de um outro elemento de massalote conhecido.

As figuras 5a a 5c são simulações em computador do elemento de massalote conhecido da figura 4 em uso.

A figura 6 é uma seção transversal de um elemento de massalote conforme a invenção.

5 As figuras 7a e 7b são simulações em computador do elemento de massalote da figura 6 em uso.

A figura 8 é uma seção transversal de um outro elemento de massalote conforme a invenção.

10 A figura 9 é uma luva alimentadora de domo com topo plano com base modificada junto com um elemento de massalote conforme a invenção.

A figura 10a é um gráfico de força aplicada contra deslocamento para uma luva alimentadora KALMINEX 2000ZP 6/9K sob compressão.

15 As figuras 10b a 10i são gráficos de força aplicados contra deslocamento para os corpos de prova da figura 1 junto com uma luva alimentadora KALMINEX 2000ZP 6/9K com ângulo α variável.

METODOLOGIA

20 Nos exemplos subseqüentes sistemas de massalote padrões que incluem elementos de massalote padrões com luvas alimentadoras padrões foram testados como também sistemas de massalote conforme a presente invenção. Os elementos de massalote tanto padrões quanto inventivos são fabricados por prensagem de chapa de aço. A perfilagem da base das luvas alimentadoras inventivas foi alcançada ou por fabricação das luvas com o
25 perfil já no lugar (luvas em forma de domo com topo plano) ou pelo uso de papel abrasivo sobre luvas padrões (luvas conformadas 6/9K). Ao se fabricar comercialmente as luvas alimentadoras conformadas 6/9K perfiladas deve ficar entendido que seria mais prático produzir as luvas alimentadoras com o perfil já no lugar.

Teste de Moldagem

O teste foi conduzido em uma máquina de moldagem Herman comercial usando um sistema de areia verde ligado por argila. Um placa de modelo de madeira foi cavilhada em um placa de aço. Quatro elementos de massalote e luvas alimentadoras correspondentes foram então montadas sobre a placa de modelo usando pinos localizadores, espaçados de 150 mm e 114 mm das linhas de centro da placa de modelo. Um frasco de moldagem foi colocado sobre a placa de modelo para dar um molde de dimensões aproximadas 576 mm x 432 mm x 192 mm (comprimento x largura x altura de x). Foi acrescentada areia ao frasco de tal modo que seu nível ficava aproximadamente 50 mm acima da altura do frasco. O peso de areia era aproximadamente 112 kg. Uma placa de aríete de 576 x 432 mm foi posicionada a 144 mm acima da altura do frasco (aproximadamente 94 mm acima da superfície da areia não comprimida) e o molde comprimido por movimento descendente da placa de aríete à pressão prescrita, levando entre 3 e 6 segundos para compactar a areia ao nível do frasco de moldagem. O molde foi então escavado e a condição dos elementos de massalote e luvas alimentadoras foi observada.

Teste de compressão

Corpos de prova de elemento de massalote e luvas alimentadoras foram testados assentando-os entre as duas placas paralelas de uma máquina de teste de resistência à compressão Hounsfield.

A placa de fundo era fixa, enquanto que a placa de topo atravessava para baixo via um mecanismo de filete de rosca mecânico a uma taxa constante de 30 mm por minuto e gráficos de força aplicada contra deslocamento da placa foram traçados.

Os corpos de prova de elemento de massalote que foram testados em compressão tinham a configuração básica mostrada na figura 1. Brevemente, o corpo de prova de elemento de massalote 10 consiste em uma

base circular 12 (de diâmetro D) com uma região de parede lateral cilíndrica 14 (de altura h) estendendo para cima a partir da mesma. Contígua com a região de parede lateral cilíndrica 14 fica uma região de parede lateral que se afila para o exterior 16 (com um diâmetro máximo d) que é inclinada para o a região de parede lateral cilíndrica 14 de um ângulo α . A região de parede lateral afilada 16 serve como uma superfície de montagem para uma luva alimentadora em uso. Será notado que estes corpos de prova usados para ensaio de compressão não são providos com uma abertura na base desde que eles não vão ser usados para fundição.

10 Vários elementos de massalote foram preparados onde $\alpha = 90^\circ$ (padrão), 80° , 70° , 60° , 50° , 40° , 30° ou 20° . Os corpos de prova foram fabricados a partir de aço doce com uma espessura de 0,5 mm. No caso do corpo de prova de elemento de massalote padrão ($\alpha = 90^\circ$) D era 53,5mm anos, h era 7,5mm e d era 80.0 mm. Os corpos de prova foram projetados de tal modo que a altura (h) da região de parede lateral cilíndrica 14, o diâmetro máximo (d) da região parede lateral afilada para o exterior 16 e a área da superfície de montagem provida pela primeira região de parede lateral 16 permaneciam constantes enquanto α era variado (ou seja, à medida que α diminui, o diâmetro (D) da base circular 12 aumenta). Os elementos de 15 massalote foram testados com uma luva alimentadora exotérmica KALMINEX 2000ZP 6/9K como fornecida por Foseco tendo uma densidade de 0,55-0,65 g/cm² e uma resistência à compressão da ordem 4 kN.

EXEMPLO COMPARATIVO 1- Teste de Moldagem

25 Um elemento de massalote (um macho estrangulador desmontável de metal vendido sob a nomenclatura MH/33 como descrito em WO2005/051568 e mostrado nas Figuras 2a e 2b) foi testado em combinação com as luvas seguintes alimentadoras listadas na Tabela 1:

Tabela 1

	FEEDEX HD	KALMINEX 95	KALMINEX 2000XP	KALMINEX 2000XP
Forma	VSK(mini-luva de parede espessa como mostrada na figura 3a)	6/9K(luva de inserto capeada cônica paralela com cunha Williams como mostrada na figura 3b)	6/9K(luva de inserto capeada cônica paralela com cunha Williams como mostrada na figura 3b)	Domo de topo plano (luva de domo fechada de topo plano com seção de parede variável como mostrada na figura 3c)
Processo de fabricação	Jato de macho	Formada em suspensão	Jato de macho	Jato de macho
Densidade (gcm ⁻³)	1,35-1,45	0,85-0,95	0,55-0,65	0,55-0,65
Resistência (kN) ^a	Alta (> 25)	Média (10-11)	Média (11-12)	Média (11-12)
Resistência (kN) ^b	n/a	Média (8-9)	Média (9-10)	n/a

a) resistência do corpo de prova cilíndrico padrão b) resistência da luva 6/9K real

As formulações de luva variam de acordo com as propriedades exigidas do produto, porém, todas têm a formulação geral: 20-25% combustível de alumínio; 10-20% oxidantes e sensibilizadores; 5-10% aglutinantes orgânicas; e 35-55% cargas refratárias. O tipo de cargas refratárias usado tem a influência mais direta sobre tanto a densidade quanto a resistência das luvas.

Com referência às figuras 2a e 2b, o elemento de massalote 20 compreende uma primeira extremidade (base) 22 para montar sobre um modelo de molde; uma segunda extremidade oposta (topo) 24 para receber uma luva alimentadora; e uma perfuração 26 entre a primeira e a segunda extremidades 22, 24 definida por uma parede lateral escalonada 28. A segunda extremidade 24 do elemento de massalote 20 é definida por uma primeira região de parede lateral 25, dita primeira região de parede lateral 25 sendo perpendicular ao eixo A da perfuração. Uma segunda região de parede

lateral 30 é contígua com a primeira região de parede lateral 25 e paralela ao eixo A da perfuração. A parede lateral escalonada 28 compreende adicionalmente uma série alternada de primeira 28a e segunda 28b regiões de parede lateral de comprimento aproximadamente igual. A segunda região de
5 parede lateral 30 constitui a primeira região de parede lateral da segunda série 28b mais próxima da segunda extremidade 24 do elemento de massalote 20. A primeira série de regiões de parede lateral 28a consiste em três regiões de parede lateral que são perpendiculares ao eixo A da perfuração. A segunda série de regiões de parede lateral 28b consiste em quatro regiões de parede
10 lateral. As primeiras três regiões de parede lateral da segunda série 28b são paralelas ao eixo A da perfuração. A quarta região de parede lateral 32 é inclinada para o eixo A da perfuração a um ângulo de 15° e tem um flange anular dirigido para dentro a fim de minimizar sua impressão e assim melhorar o desprendimento. A quarta região de parede lateral 32 também tem
15 aproximadamente duas vezes o comprimento das outras paredes laterais da segunda série 28b.

Os elementos de massalote e luvas alimentadoras foram moldados como descrito acima usando uma pressão de moldagem de 380 psi (2620 kN). Os elementos de massalote se desmoronaram como esperado e não
20 havia nenhum dano visível à luva alimentadora FEEDEX HD VSK, porém, havia rachadura e algumas fraturas na base da luva KALMINEX 95 6/9K e da luva de domo KALMINEX 2000XP como também algum colapso (compressão da luva). A luva KALMINEX 2000XP 6/9K apresentou dano severo e a base de luva estava quebrada em vários pedaços. Uma luva
25 alimentadora KALMINEX 2000ZP não foi testada com o elemento de massalote 20 porque ela é mais fraca que as luvas alimentadoras KALMINEX XP e KALMINEX 95 que sofreram dano a 380 psi (2620 kN).

As séries de testes foram então repetidas na pressão moldagem mais alta de 620 psi (4275 kN). Novamente, todos os elementos de massalote

se desmoronaram, porém desta vez havia dano visível em todas as luvas. Na base da luva FEEDEX HD VSK havia algumas pequenas rachaduras internas e em um caso uma lasca perto do elemento de massalote. Para a luva KALMINEX 95 6/, havia rachaduras mais extensas na base da luva e algum empenamento e colapso da luva (a altura da luva foi reduzida por até 10 mm após moldagem). A luva conformada em domo de topo plano KALMINEX 2000XP apresentou dano severo e a base de luva estava quebrada em vários pedaços. A luva KALMINEX 2000XP 6/9K não foi testada.

Em todos os exemplos, era notável que após moldagem a primeira região de parede lateral do elemento de massalote desmoronado se curvou para da baixo além da horizontal, ou seja, estava a um ângulo > 90 com o eixo da perfuração.

EXEMPLO COMPARATIVO 2- Simulação em computador

Uma simulação em computador (ABAQUS, fabricado por Abaqus Inc.) foi conduzida para avaliar as tensões impostas sobre um sistema de massalote compreendendo inclui uma luva alimentadora padrão com dimensões semelhantes à luva FEEDEX HD VSK e o elemento de massalote 40 da figura 4. O software de análise de elemento finito avançado inclui um resolvidor de tensão-deformação estático e dinâmico que foi usado para as simulações. A simulação foi conduzida fixando o elemento de massalote no eixo z e então dispondo o modelo sob um nível de deformação tal que ele comprime no eixo z por uma certa distância em um certo tempo. Isto põe várias partes do modelo sob diferentes tensões. O modelo foi programado com as propriedades mecânicas da luva e do elemento de massalote, de tal modo que tensões dentro da luva alimentadora podem ser simuladas e o elemento de massalote metálico comprime.

Com referência à figura 4, o elemento de massalote 40 compreende uma primeira extremidade (base) 42 para montar sobre um modelo de molde; uma segunda extremidade oposta (topo) 43 para receber

uma luva alimentadora; e uma perfuração 44 entre a primeira e a segunda extremidades 42, 43 definida por uma parede lateral escalonada 45. A segunda extremidade 43 é definido por uma primeira região de parede lateral 46, dita primeira região de parede lateral 46 sendo perpendicular ao eixo A da perfuração. A segunda região de parede lateral 47 é contígua com a primeira região de parede lateral 46 e paralela ao eixo A da perfuração. A parede lateral escalonada 45 compreende adicionalmente uma série alternada de primeira 45a e segunda 45b regiões de parede lateral. A segunda região de parede lateral 47 constitui a primeira região de parede lateral da segunda série 45b. A primeira série de regiões de parede lateral 45a consiste em duas regiões de parede lateral que são perpendiculares ao eixo A da perfuração. A segunda série de regiões de parede lateral 45b consiste em três regiões de parede lateral que são paralelas ao eixo A da perfuração.

A figura 5a mostra parte de uma luva alimentadora 50 montada sobre o elemento de massalote 40 da figura 4 antes da moldagem. A figura 5b é uma vista ampliada da base 50 do elemento de massalote montada sobre o elemento de massalote 40. A figura 5c mostra uma vista ampliada dos mesmos luva alimentadora 50 e elemento de massalote 40 durante a moldagem. A cavidade da luva alimentadora é indicada pela seta A. O sombreamento, como mostrado na chaveta, representa a magnitude da força imposta sobre a luva alimentadora 50. Com referência à figura 5c, pode ser visto que o elemento de massalote 40 se deforma sob pressão como esperado. Surpreendentemente, sua superfície de montagem 46 é forçada incrementadamente para baixo na sua borda periférica. Isto conduz a uma distribuição desigual de forças com uma concentração na parede interna da luva alimentadora 50 (carregamento pontual) como indicado pela seta B.

EXEMPLO 1 - Simulação em computador

A simulação em computador de exemplo comparativo 2 sugere que as rachaduras observadas no em exemplo comparativo 1 podem ser

causadas por carregamento pontual sobre a parede interna da luva alimentadora. Os inventores tentaram aliviar isto mudando a forma do elemento de massalote. A simulação foi conduzida novamente, usando o elemento de massalote 52 da figura 6 em lugar do elemento de massalote 40 da figura 4. O elemento de massalote 52 inventivo é o mesmo sob todos os aspectos do que o mostrado na figura 4 exceto que a superfície de montagem 54 do elemento de massalote 52 é inclinada em relação ao eixo A da perfuração a um ângulo de 60°. A base da luva alimentadora 56 (figura 7a) foi perfilada ao mesmo ângulo.

As figuras 7a e 7b mostram o elemento de massalote 52 e a base da luva alimentadora correspondente 56 antes da e durante a moldagem respectivamente. A figura 7b mostra que a força não mais está concentrada na parede interna da luva alimentadora 56 durante a moldagem. Ela é distribuída mais uniformemente ao longo da base da luva alimentadora 56 de forma que nenhuma parte da base sofre de uma força excessiva. Será notado que a área de força máxima (seta B) está em uma região da luva remota da cavidade de luva alimentadora (seta A). Uma ruptura nesta região não fará fragmentos de material de luva alimentadora entrar na peça fundida e assim causar defeitos.

EXEMPLO 1 - Teste de Moldagem

Um elemento de massalote 60 como mostrado na figura 8 foi testado em combinação com as luvas alimentadoras em forma de domo de topo plano listadas na Tabela 2 abaixo (como mostrado na figura 9):

Tabela 2

	KALMINEX 2000ZP	KALMINEX 95	KALMINEX 2000XP
Processo de fabricação	Formada em suspensão	Formada em suspensão	Jato de macho
Densidade (gcm ⁻³)	0,55-0,65	0,85-0,95	0,55-0,65
Resistência (kN) ^a	Baixa (4-5)	Média (10-11)	Média (1-12)

a) resistência do corpo de prova cilíndrico padrão

As formulações de luva variam de acordo com as propriedades

exigidas do produto, porém, todas têm a formulação geral: 20-25% combustível de alumínio; 10-20% oxidantes e sensibilizadores; 5-10% aglutinantes orgânicas; e 35-55% de cargas refratárias. O tipo de carga refratária usada tem a influência mais direta sobre a densidade e a resistência das luvas.

Com referência à figura 8, o elemento de massalote 60 é idêntico ao elemento de massalote 20 mostrado nas figuras 2a e 2b exceto que a primeira região parede lateral 62 é inclinada para o eixo da perfuração a um ângulo de 60°. O elemento de massalote foi fabricado a partir de aço doce e tem uma espessura de 0,5 mm. O diâmetro máximo d é 92,9 mm e a altura h é de 35,4 mm. O diâmetro da perfuração 26 na base do elemento de massalote é 22,9 mm.

As combinações de elemento de massalote 60 e luva alimentadora foram moldadas como descrito acima a várias pressões entre 420 psi (2896 kPa) e 700 psi (4826 kPa). Os resultados são resumidos na Tabela 3 abaixo.

Tabela 3

Pressão	KALMINEX 2000ZP	KALMINEX 2000XP	KALMINEX 95
420 psi (2896 kPa)	Luva empenou	Sem falha	Sem falha
460 psi (3172 kPa)	Luva empenou	Sem falha	Sem falha
520 psi (3585 kPa)	Luva empenou	Sem falha	Sem falha
580 psi (3999 kPa)	Luva empenou	Sem falha	Sem falha
600 psi (4137 kPa)	Luva empenou	Sem falha	Sem falha
700 psi (4826 kPa)	Luva empenou	Rachada no domo	Sem falha
700 psi (4826 kPa) Teste repetido	Desmoronou	Rachada no domo	Um lado da luva empenado

Elemento de massalote 60 e luva alimentadora KALMINEX 2000ZP

Esta combinação era a mais fraca daquelas testadas e mostrou sinais de falha a partir de baixa pressão de moldagem (420 psi; 2896 kPa). O elemento de massalote não se comprimiu completamente e a luva

alimentadora empenou. Apesar disto, havia nenhum sinal de rachadura ou quebra da base da luva alimentadora adjacente ao elemento de massalote.

Elemento de massalote 60 e luva alimentadora KALMINEX 2000XP

5 Esta combinação foi bem sucedida a pressão moderadamente alta (700 psi; 4826 kPa). A luva alimentadora sofreu finalmente rachadura horizontal ao longo da porção de domo da luva. Isto foi atribuído à composição de luva (aglutinante) e à influência da forma de luva e do método de fabricação (jato de macho). A falha não era imediatamente óbvia, só sendo notada quando a luva era escavada a partir do molde de areia depois da

10 socagem. Como esperado, o nível de compressão do elemento de massalote aumentou com a pressão de moldagem até que o elemento de massalote estivesse quase completamente comprimido. Nenhum detrito de luva foi descoberto dentro da luva alimentadora e portando este modo de falha não conduziu necessariamente a detritos caindo dentro da peça fundida e causando

15 defeitos na peça fundida.

A luva alimentadora em forma de domo de topo plano KALMINEX 2000XP foi empregada com um elemento de massalote convencional 20 no exemplo comparativo 1 onde ela falhou a pressões muito mais baixas. Somente a 380 psi (2620 kPa), a luva alimentadora entrou em

20 colapso e rachou ao longo de sua base e a 620 psi (4275 kPa) ela sofreu dano severo.

Elemento de massalote 60 e luva alimentadora KALMINEX 95

Esta combinação também foi muito bem sucedida. O elemento de massalote 60 comprimiu e a primeira falha da luva alimentadora só ocorreu

25 a pressão moderadamente alta (700 psi; 4826 kPa). Nenhum detrito de luva alimentadora foi descoberto dentro da luva alimentadora depois que ela empenou e portanto então que a falha necessariamente não teria conduzido a defeitos na peça fundida se o molde tivesse sido vertido.

A luva alimentadora KALMINEX 95 6/9K foi empregada com

um elemento de massalote convencional 20 no Exemplo Comparativo 1 com resultados muito diferentes. A luva alimentadora sofreu de rachadura ao longo de sua base a só 380 psi (2620 kPa). A 620 psi (4275 kPa) ela sofreu rachadura mais extensa ao longo de sua base e colapso significativo. A rachadura ao longo da base é particularmente problemática porque lascas de luva alimentadora podem entrar na peça fundida.

Pode ser visto claramente que elemento de massalote 60 da presente invenção provê vantagens sobre elementos de massalote convencionais tais como o elemento de massalote 20 mostrado n Exemplo Comparativo 1. Quando usadas em combinação com o elemento de massalote 52 as luvas alimentadoras de média resistência KALMINEX 2000XP e KALMINEX 95 são bem sucedidas a pressões muito mais altas. Ademais, quando as luvas alimentadoras falham finalmente seu modo de falha é menos provável de conduzir a defeitos da peça fundida.

15 EXEMPLO 2 - Teste de Compressão

Com referência à figura 10a, força é traçada contra deslocamento de placa para uma luva alimentadora KALMINEX 2000ZP 6/9K (como mostrado na figura 3b) sem um corpo de prova de elemento de massalote. Será notado que à medida que a força é aumentada, há compressão da luva alimentadora associada com a flexibilidade natural (compressibilidade) da luva alimentadora até que uma força crítica é aplicada (ponto Z), aqui referida como a força de esmagamento de luva (aproximadamente 4,5 kN) depois de cujo ponto a compressão da luva se procede continuamente sob um carregamento decrescente.

25 Com referência à figura 10c, força é traçada contra deslocamento de placa para um corpo de prova de elemento de massalote 10 com $\alpha = 80^\circ$ e uma luva alimentadora KALMINEX 2000ZP 6/9K, cuja base foi perfilada a um ângulo de 80° . Será notado que à medida que a força é aumentada, há compressão mínima do elemento de massalote e da luva, até

que uma força crítica é aplicada (ponto A), aqui chamada a resistência ao esmagamento inicial do elemento de massalote depois da qual a compressão se procede rapidamente sob um carregamento mais baixo, com o ponto B marcando a medida de força mínima depois que ocorre a resistência ao esmagamento inicial do corpo de prova do elemento de massalote. Compressão adicional ocorre e a força aumenta a um máximo (resistência ao esmagamento máxima do elemento de massalote, ponto C). Quando o corpo de prova de elemento de massalote atingiu ou está perto de seu deslocamento máximo (ponto D) a força aumenta rapidamente até que o corpo de luva começa a fraturar. A inspeção visual da luva mostra que em ponto A há algum fraturamento do canto inferior (base interna e parede) da luva alimentadora.

A figura 10b mostra o gráfico de força contra deslocamento de placa para um corpo de prova de elemento de massalote 10 com $\alpha = 90^\circ$ e uma luva alimentadora KALMINEX 2000ZP 6/9K que tinha teve uma base plana.. Isto mostra uma curva semelhante mas mais suave comparada àquela na figura 10c ($\alpha = 80^\circ$) e o deslocamento inicial ocorre a uma força aplicada mais baixa e continua por um longo período. Isto é devido à resistência ao esmagamento inicial do corpo de prova do elemento de massalote ser mais baixa mas também, mais significativamente, ela é devida a dano da luva alimentadora na base devido à força aplicada proveniente do corpo de prova do elemento de massalote (danificando) quebrando a luva alimentadora de tal modo que o elemento de massalote é empurrado para cima dentro da luva alimentadora e causa o deslocamento medido.

As figuras 10d e 10e mostram os gráficos de força contra deslocamento de placa para corpos de prova de elemento de massalote 10 com $\alpha = 70^\circ$ e $\alpha = 60^\circ$ respectivamente quando testados junto com as luvas alimentadoras KALMINEX 2000ZP 6/9K, cujas bases foram perfiladas a um ângulo de 70° e 60° respectivamente. Comparando estes gráficos com a figura 10c ($\alpha = 80^\circ$) pode ser visto que resistência ao esmagamento inicial do corpo

de prova do elemento de massalote (A) aumenta com a diminuição de α . Também foi notado que a quantidade de dano visível na base da luva era significativamente reduzida e era mínima para $\alpha = 70^\circ$ sem fratura da luva sendo visível.

5 As figuras 10f e 10g mostram gráficos de força contra deslocamento de placa para corpos de prova de elemento de massalote com $\alpha = 50^\circ$ e $\alpha = 40^\circ$ respectivamente quando testado em conjunto com luvas alimentadoras KALMINEX 2000ZP 6/9K cujas bases eram perfiladas a um ângulo de 50° e 40° respectivamente. Para ambos deles, a resistência ao
10 esmagamento inicial do corpo de prova do elemento de massalote (ponto A) é comparável com a resistência ao esmagamento da luva alimentadora previamente medida (Z, aproximadamente 4,5 kN). Porém para ambos, há maior deslocamento no ponto A comparado ao ponto de esmagamento de luva típico (ponto Z) devido ao desmoronamento do elemento de massalote.
15 Nenhum dano à base da luva alimentadora causada pelo corpo de prova do elemento de massalote observado.

 As figuras 10h e 10i mostram gráficos de força contra deslocamento de placa para corpos de prova de elemento de massalote 10 com $\alpha = 30^\circ$ e $\alpha = 20^\circ$ respectivamente quando testados junto com luvas alimentadoras KALMINEX 2000ZP 6/9K, cujas bases foram perfiladas a um
20 ângulo de 30° e 20° respectivamente. Comparando estes gráficos com a figura 10g ($\alpha = 40^\circ$) pode ser visto que a resistência ao esmagamento inicial do elemento de massalote (A) agora diminui com a diminuição de α e a quantidade de deslocamento antes da resistência ao esmagamento inicial do
25 elemento de massalote é aumentada. Pensa-se que isto é parcialmente devido à distância percorrida durante o esmagamento do corpo de prova do elemento de massalote e parcialmente devido a uma pequena quantidade de compressão da luva alimentadora no próprio corpo de prova do elemento de massalote na base da luva alimentadora.

A resistência ao esmagamento inicial ideal do elemento de massalote será dependente da luva alimentadora (resistência à compressão) e das pressões moldagem empregadas. A resistência ao esmagamento inicial do elemento de massalote deve ser claramente mais baixa que a resistência ao esmagamento da luva (compressão) e idealmente, a resistência ao esmagamento inicial deve ser mais baixa que 3000 N. Se a resistência ao esmagamento inicial for muito alta então a pressão de moldagem pode causar falha da luva alimentadora antes do elemento de massalote ter uma chance de comprimir. A resistência ao esmagamento máxima ideal é muito dependente da aplicação para a qual o macho de elemento de massalote é destinado, ou seja, da pressão de moldagem empregada e da composição de luva (resistência). Se a resistência ao esmagamento máxima for muito alta para as pressões de moldagem empregadas, então haveria um desmoronamento insuficiente do elemento de massalote e subseqüentemente consolidação de areia insuficiente. Além disso, isto iria limitar o tipo (resistência) de luvas que podem ser empregadas com êxito.

REIVINDICAÇÕES

1. Sistema de massalote para fundição de metal, compreendendo um elemento de massalote (10, 40, 52, 60) e uma luva alimentadora (50) afixada ao mesmo, com a luva alimentadora (50, 56) tendo uma base, e com o elemento de massalote (10, 40, 52, 60) compreendendo: (i) uma primeira extremidade (42) para montar sobre um modelo de molde; (ii) uma segunda extremidade (43) oposta para receber a luva alimentadora (50, 56); e, (iii) uma perfuração (44) entre a primeira e a segunda extremidades (42, 43) definida por uma parede lateral escalonada (45), sendo o elemento de massalote (10, 40, 52, 60) compressível em uso de modo a reduzir a distância entre a primeira e a segunda extremidades (42, 43), caracterizado pelo fato de que: a parede lateral escalonada (45) tem uma primeira região de parede lateral (46, 62) definindo a segunda extremidade (43) do elemento e uma superfície de montagem para a luva alimentadora (50, 56), sendo a primeira região de parede lateral (46, 62) inclinada para o eixo (A) da perfuração em um ângulo entre 30° e 70° e uma segunda região de parede lateral (47) contígua com a primeira região de parede lateral (46, 62), a segunda região de parede lateral (47) sendo paralela a ou inclinada para o eixo (A) da perfuração a um ângulo diferente para a primeira região de parede lateral (46, 62) de modo a definir um degrau na parede lateral; a base da luva alimentadora (50, 56) é perfilada no mesmo ângulo que a primeira região de parede lateral (46, 62) do elemento de massalote (10, 40, 52, 60); e, a resistência da luva fica na faixa de 3,5kN a 20 kN.

2. Sistema de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que compreende regiões de parede lateral adicionais (45a, 45b), pelo que múltiplos degraus na parede lateral são definidos.

3. Sistema de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que pelo menos uma das regiões de parede lateral adicionais (45a, 45b) é inclinada a um maior ângulo para o eixo que a primeira região de

parede lateral (46, 62).

4. Sistema de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por uma força de esmagamento inicial de não mais que 5000 N.

5 5. Sistema de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por uma força de esmagamento inicial de pelo menos 250 N.

6. Sistema de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a compressão em uso é não reversível.

10 7. Sistema de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a parede lateral escalonada do elemento de massalote compreende uma primeira série de regiões de parede lateral na forma de anéis interconectados e integralmente formados com uma segunda série de regiões de parede lateral.

15 8. Sistema de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de que é definido pela primeira região de parede lateral e uma de cada das primeira e segunda séries de regiões de parede lateral.

9. Sistema de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de que a espessura das regiões de parede lateral fica na faixa de 0,2 a 1,5 mm.

20 10. Sistema de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de que os anéis são circulares.

11. Sistema de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de que os anéis são planos.

25 12. Sistema de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de que as regiões de parede laterais são de espessura uniforme, de forma que o diâmetro da perfuração do elemento de massalote (10, 40, 52, 60) aumenta a partir da primeira extremidade para a segunda extremidade do elemento de massalote.

13. Sistema de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de que a segunda série de regiões de parede lateral é de regiões

anulares.

14. Sistema de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de que a primeira extremidade do elemento de massalote é definida por uma região de parede lateral que tem um comprimento maior que as
5 outras regiões de parede lateral das séries correspondentes.

15. Sistema de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de que a região de parede lateral que define a primeira extremidade do elemento de massalote é inclinada para o eixo da perfuração de um ângulo de 5 a 30°.

10 16. Sistema de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de que a espessura das regiões de parede lateral é de 4 a 24% da distância entre os diâmetros interno e externo da(s) primeira(s) região(ões) de parede lateral.

15 17. Sistema de acordo com a reivindicação 16, caracterizado pelo fato de que uma borda livre da região de parede lateral que define a primeira extremidade do elemento de massalote tem um flange ou friso anular dirigido para dentro.

20 18. Sistema de massalote de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a luva alimentadora é afixada ao elemento de massalote por adesivo ou por um encaixe de impulso com o elemento de massalote ou moldando a luva em torno de parte do elemento de massalote.

19. Sistema de massalote de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a resistência da luva é pelo menos 5kN e menor do que 20 kN.

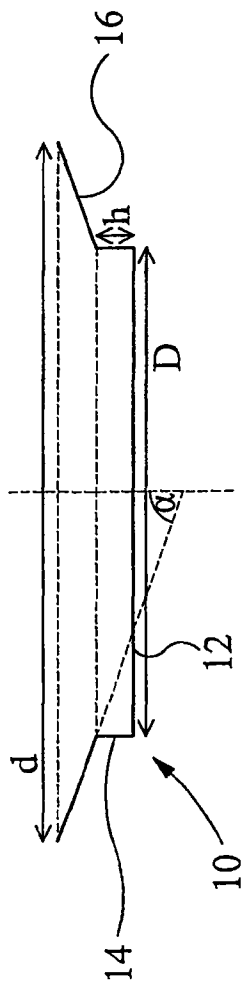


FIG 1

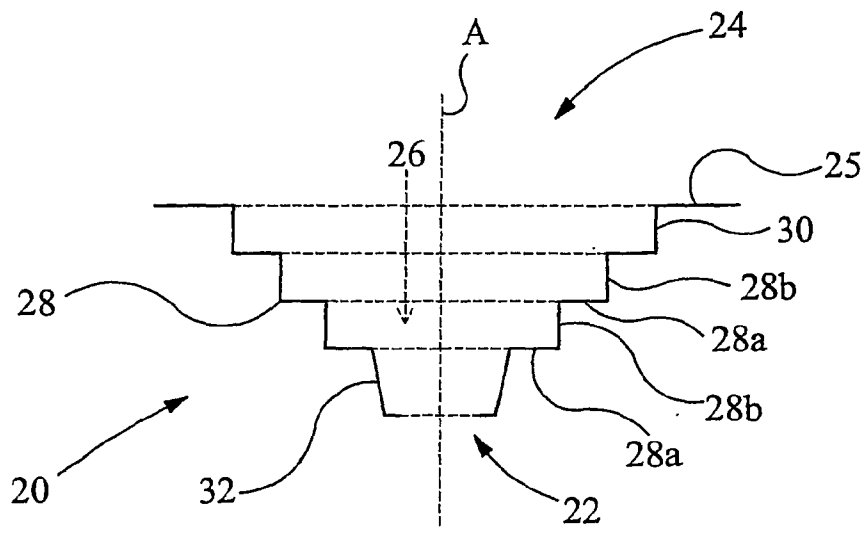


FIG 2a

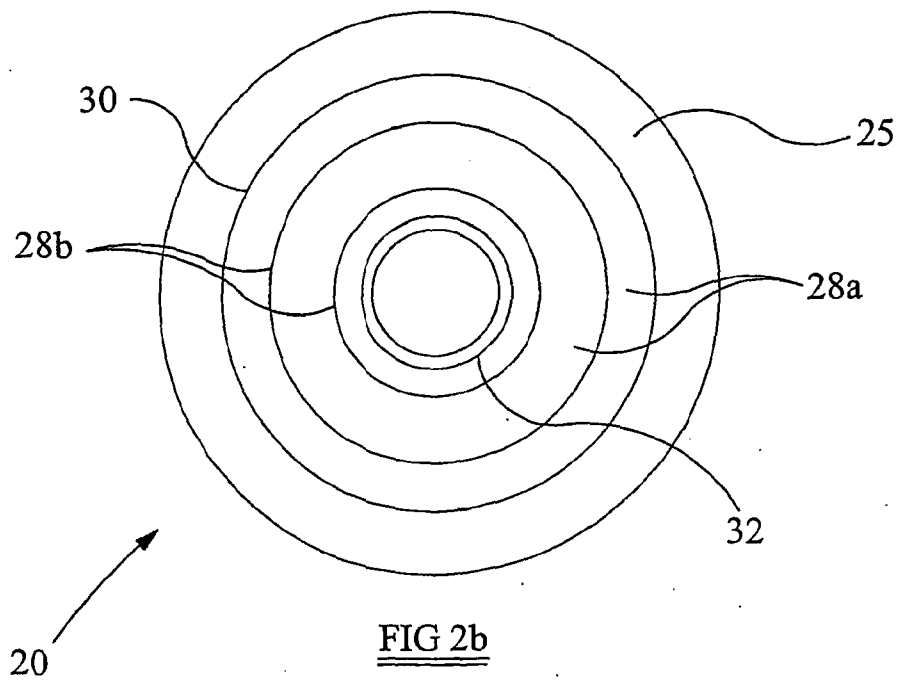


FIG 2b

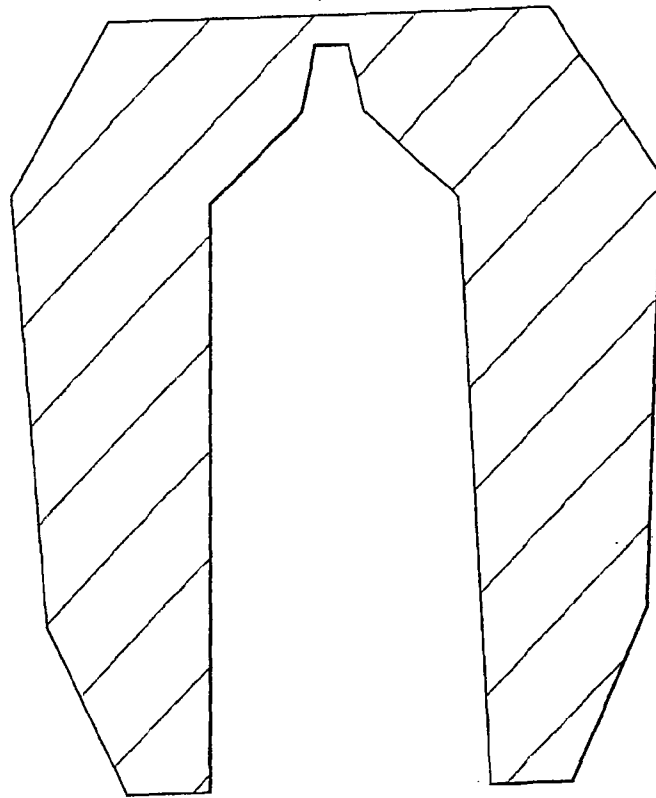


FIG 3a

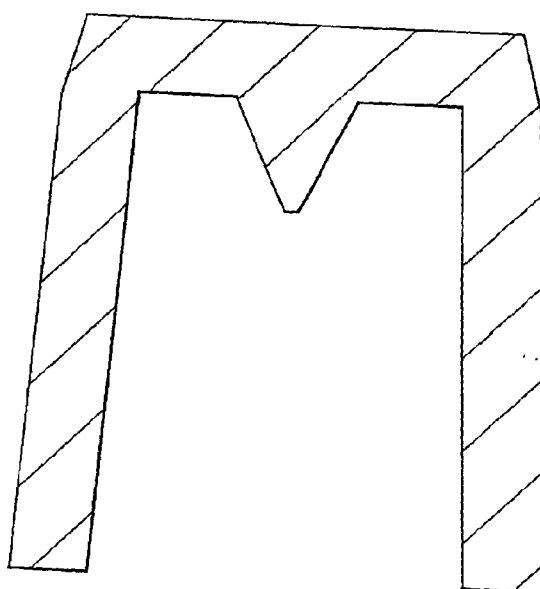


FIG 3b

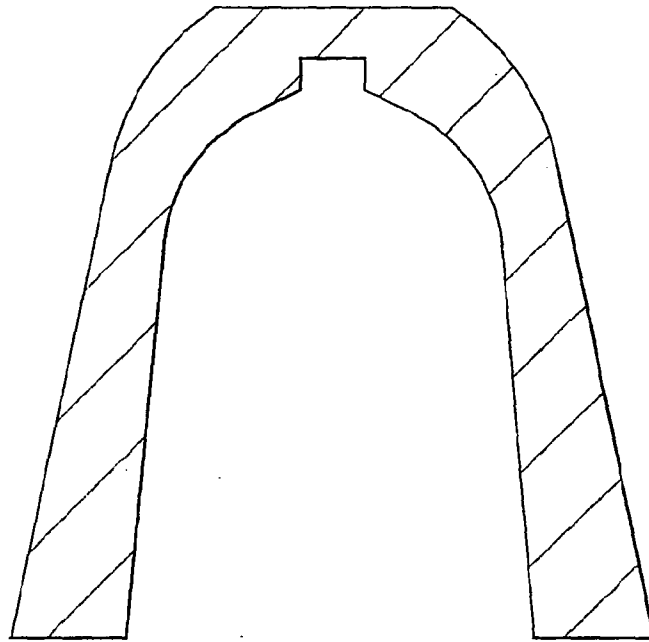
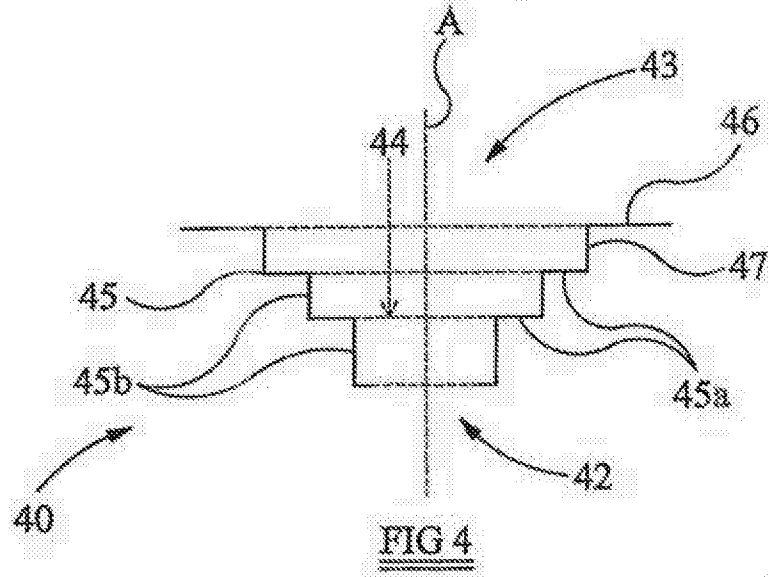


FIG 3c



S. Mises
 SNEG, (fração= -1,0)
 Crit. Médio: 75%

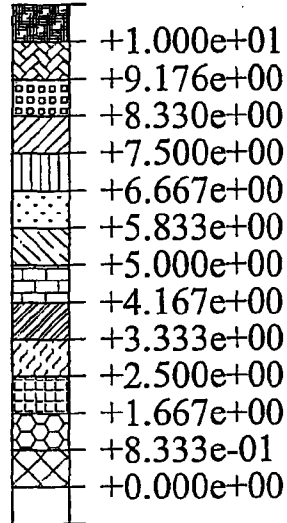
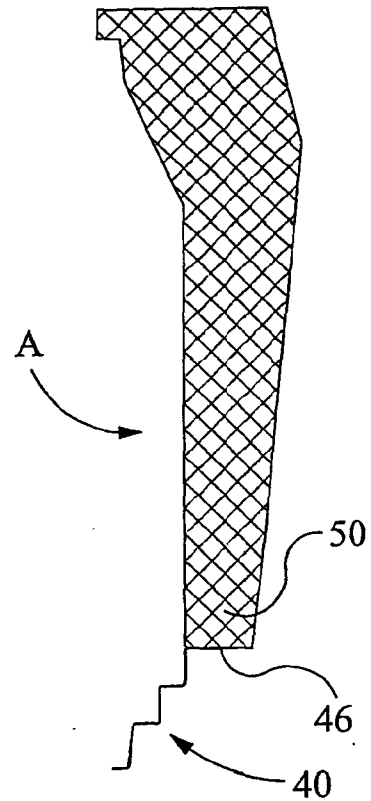


FIG 5a



S. Mises
 SNEG, (fração= -1,0)
 Crit. Médio: 75%

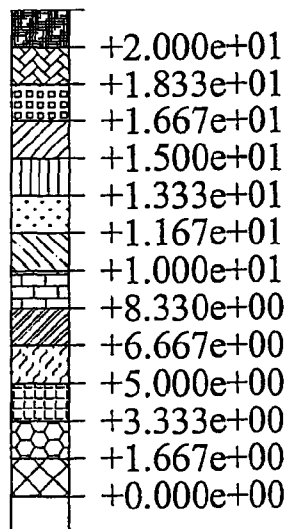
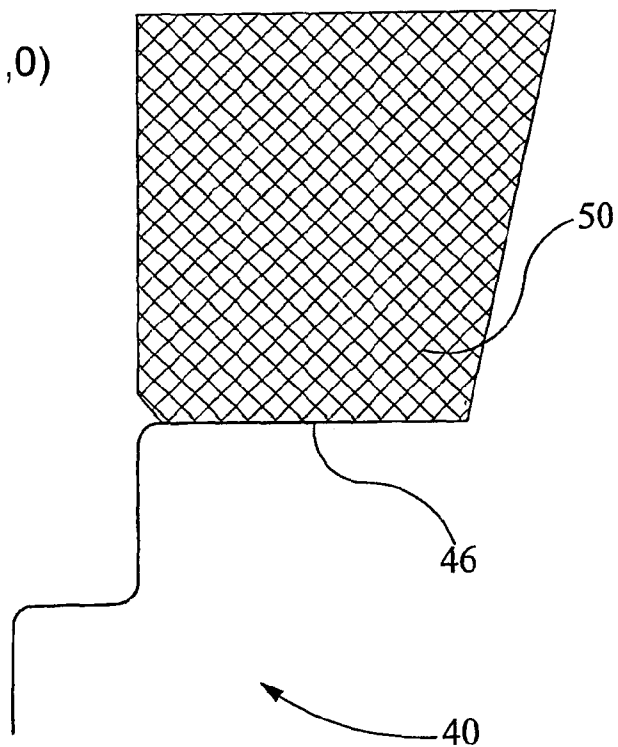


FIG 5b



S. Mises
 SNEG, (fração= -1,0)
 Crit. Médio: 75%

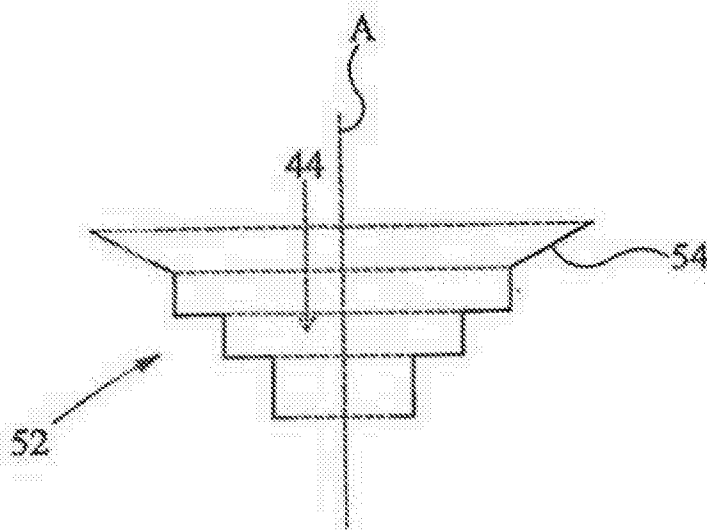
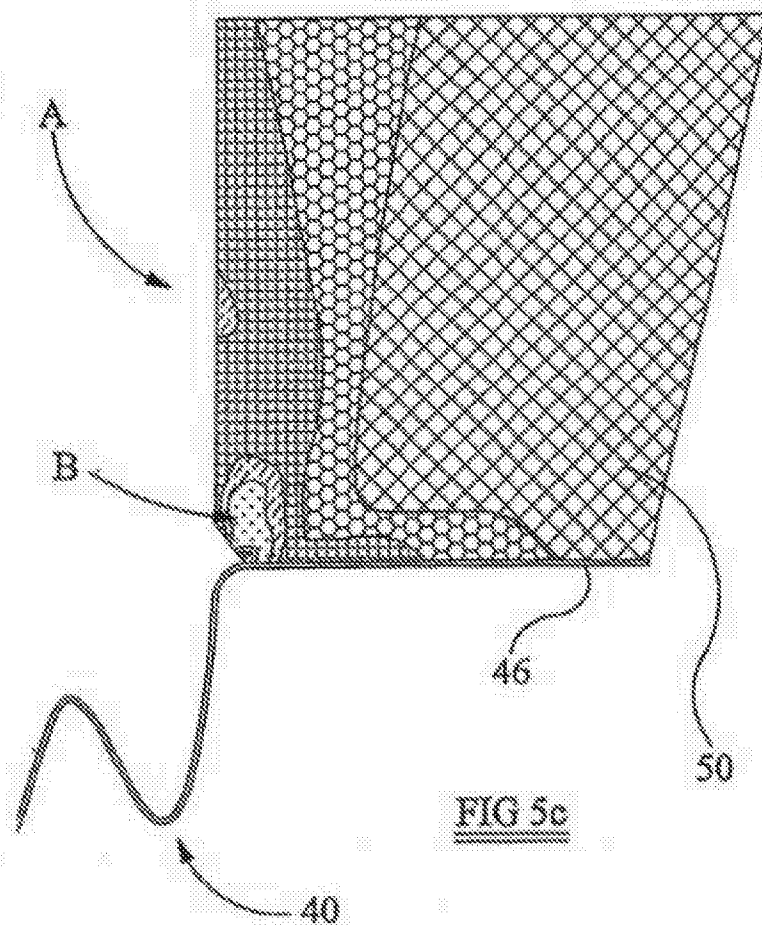
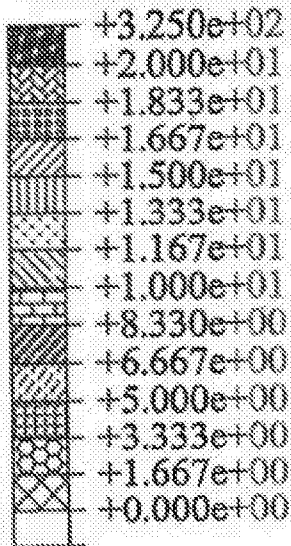
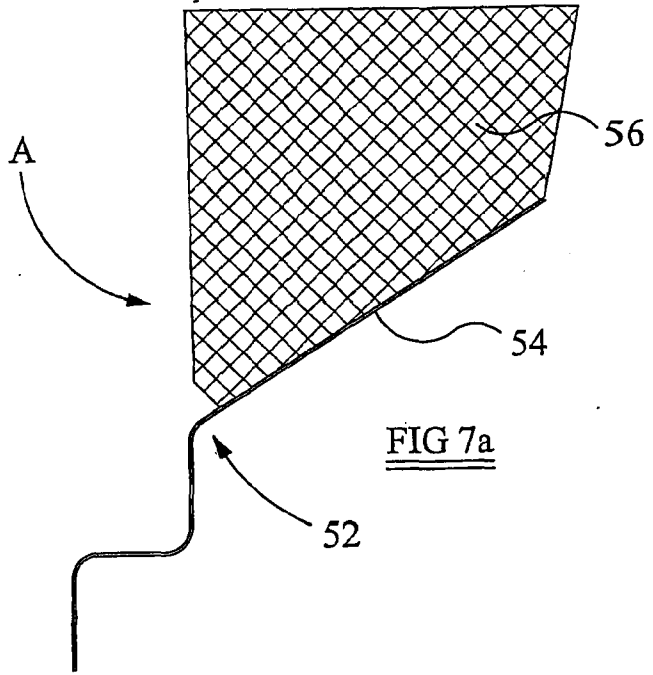
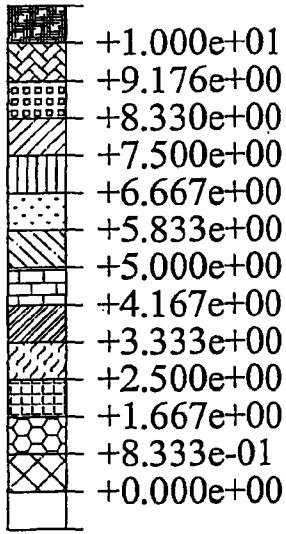
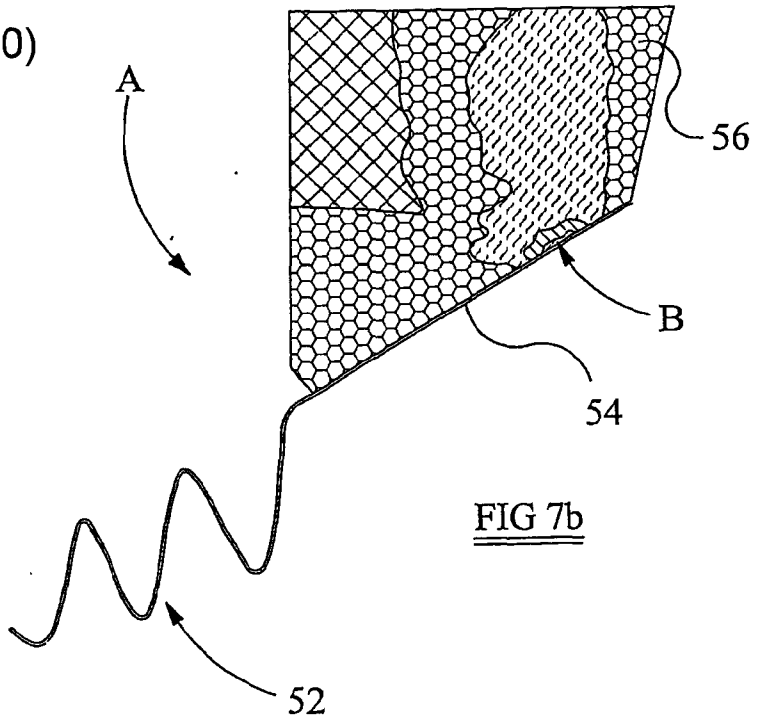
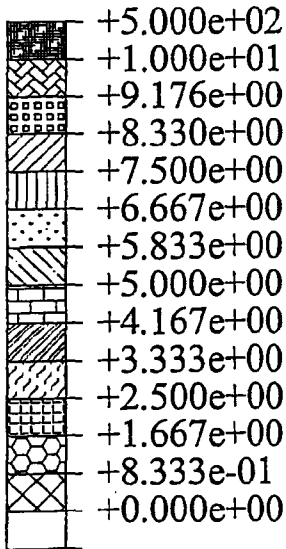


FIG 6

S. Mises
 SNEG, (fração= -1,0)
 Crit. Médio: 75%



S. Mises
 SNEG, (fração= -1,0)
 Crit. Médio: 75%



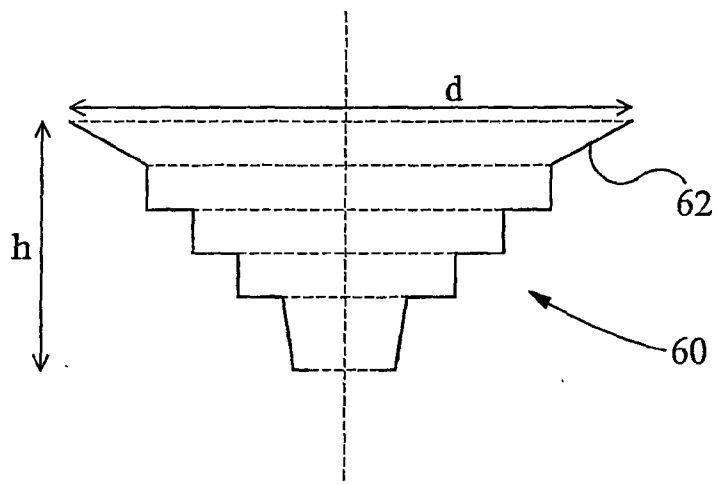


FIG 8

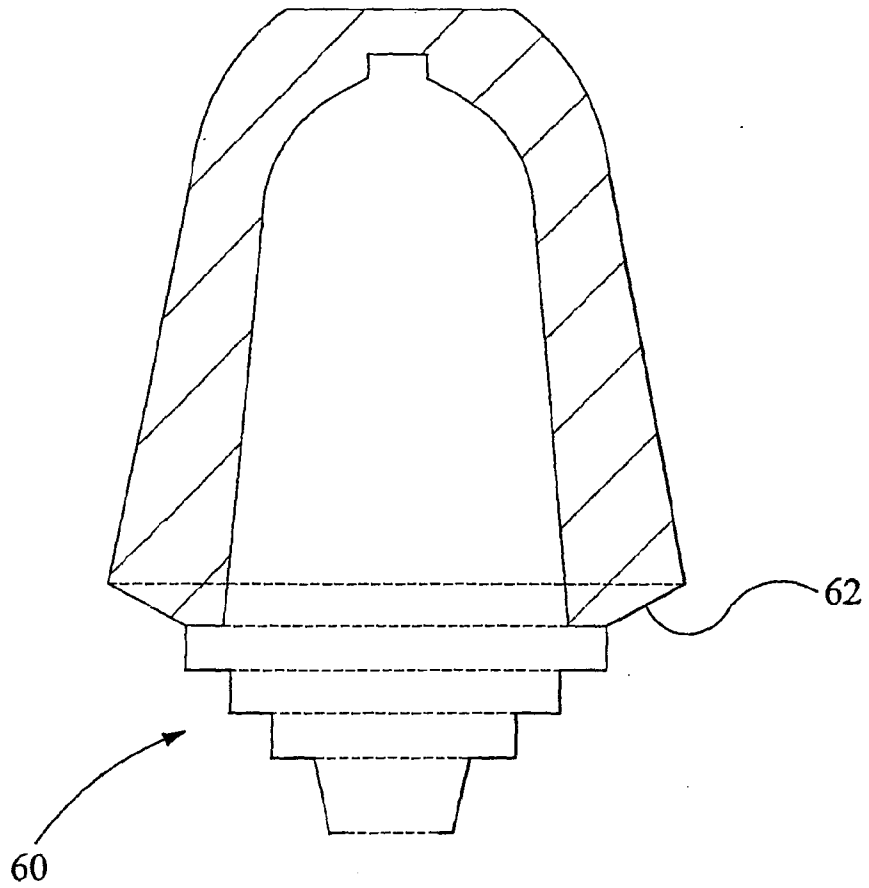


FIG 9

FIG 10a - KALMINEX 2000ZP 6/9

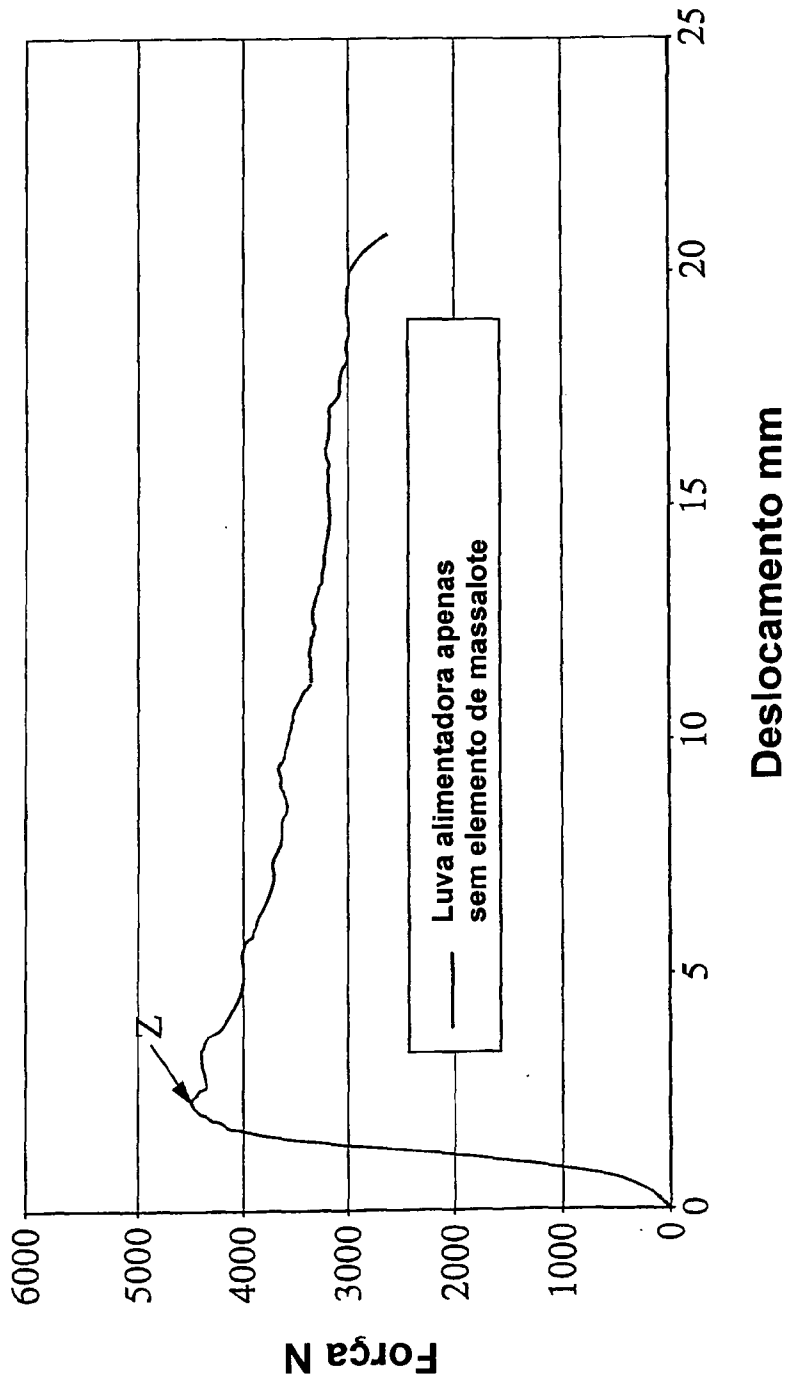


FIG 10b - KALMINEX 2000ZP 6/9 - 90 graus

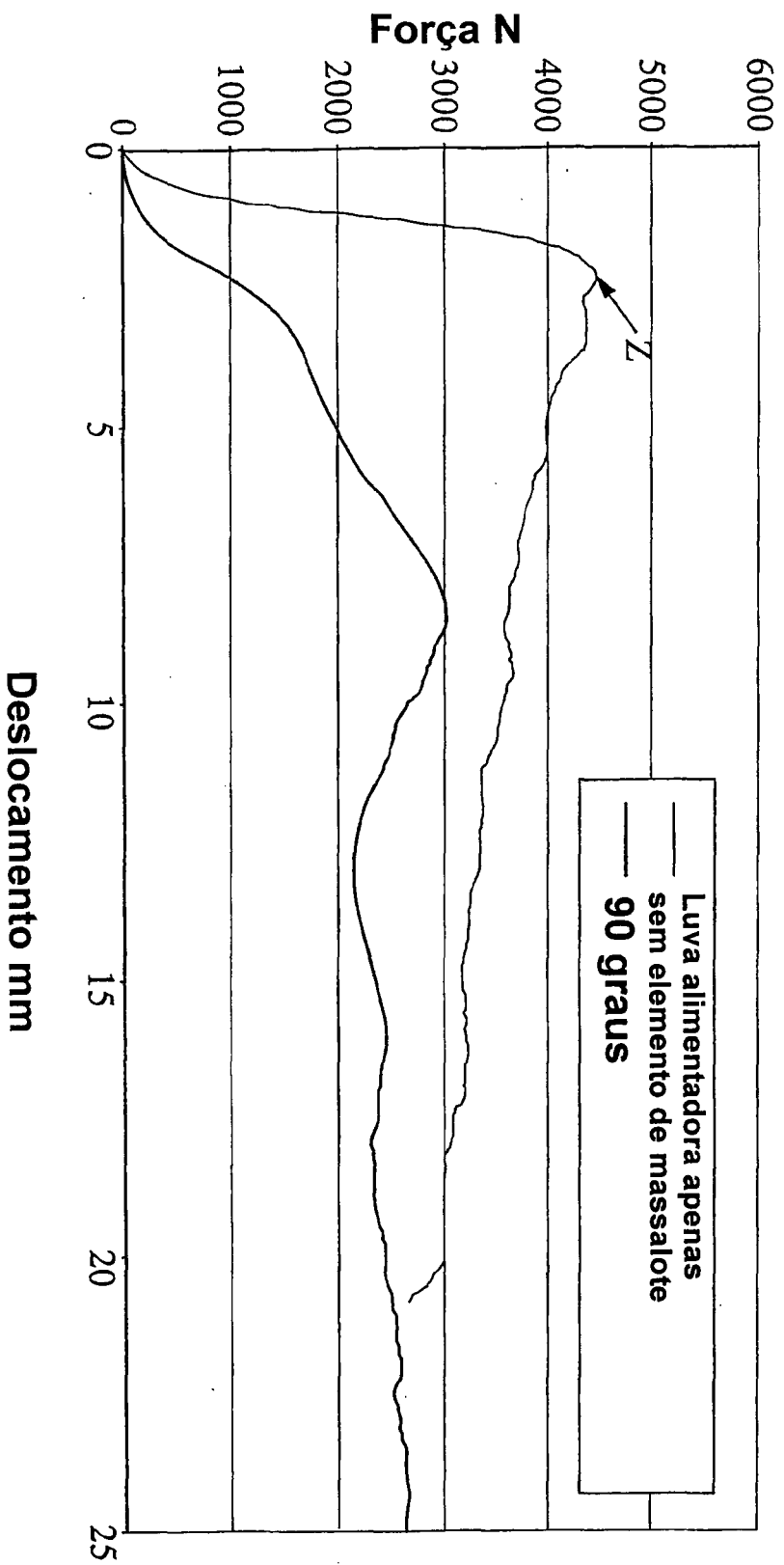


FIG 10c - KALMINEX 2000ZP 6/9 - 80 graus

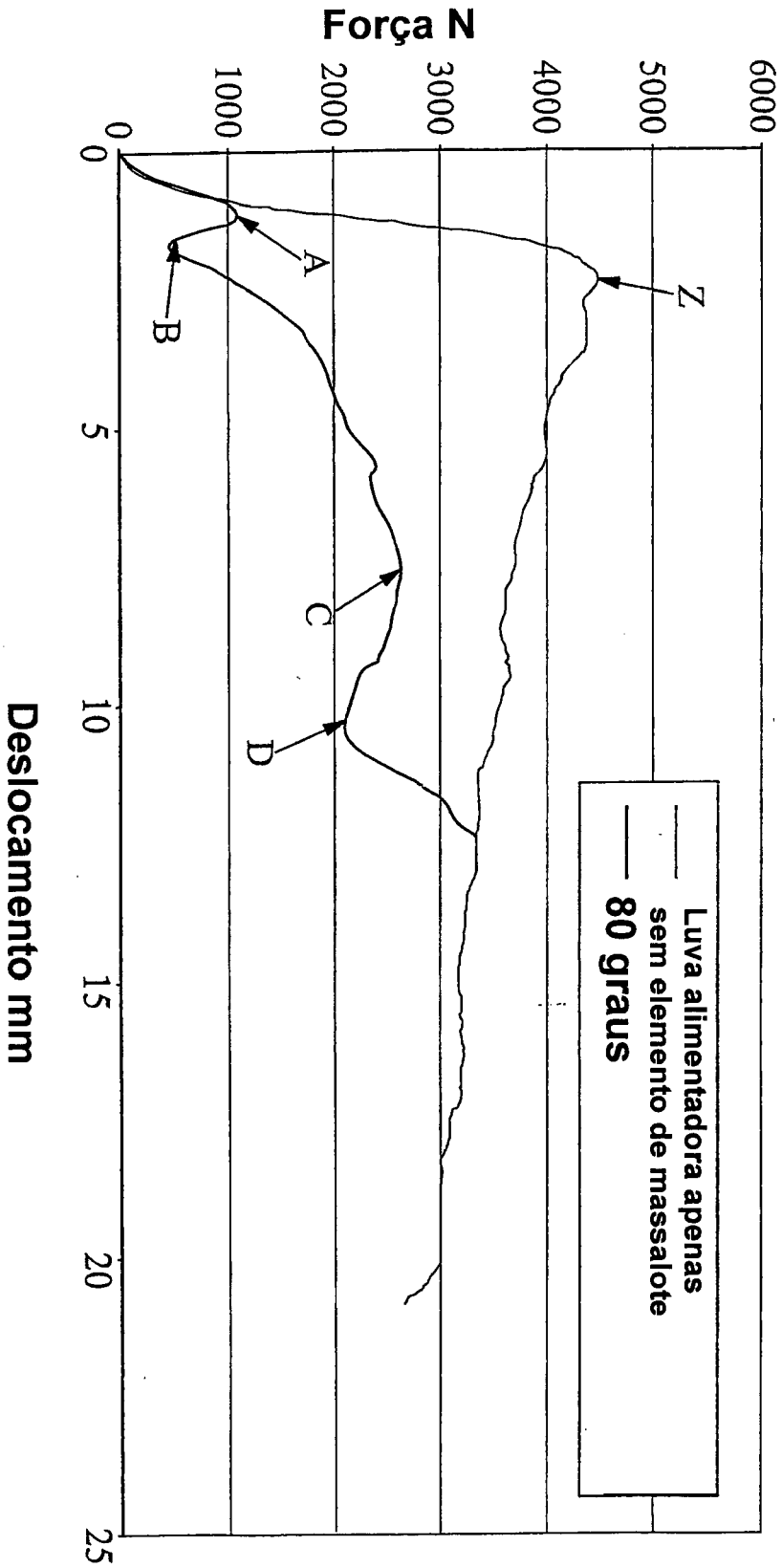
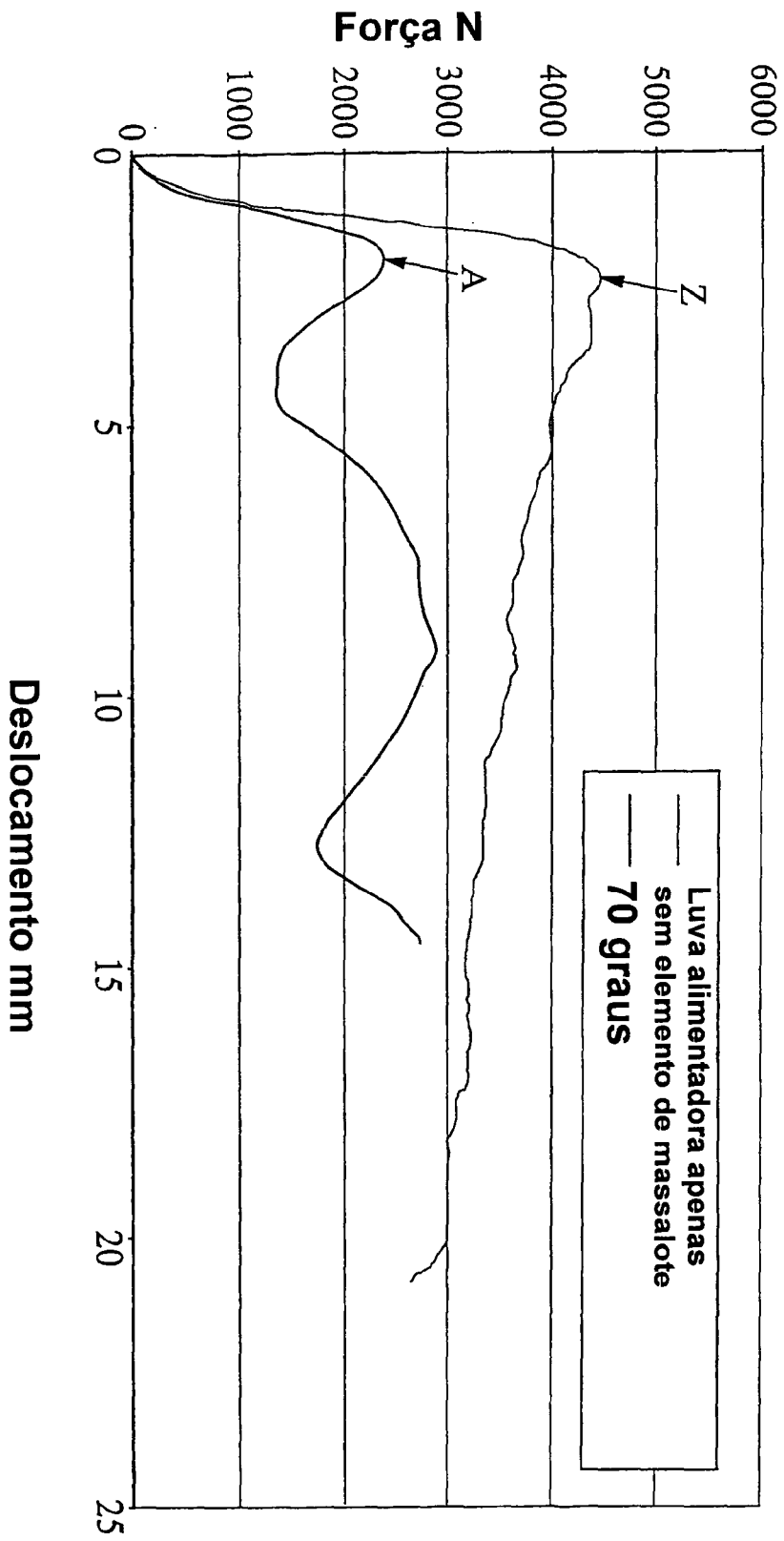


FIG 10d - KALMINEX 2000ZP 6/9 - 70 graus



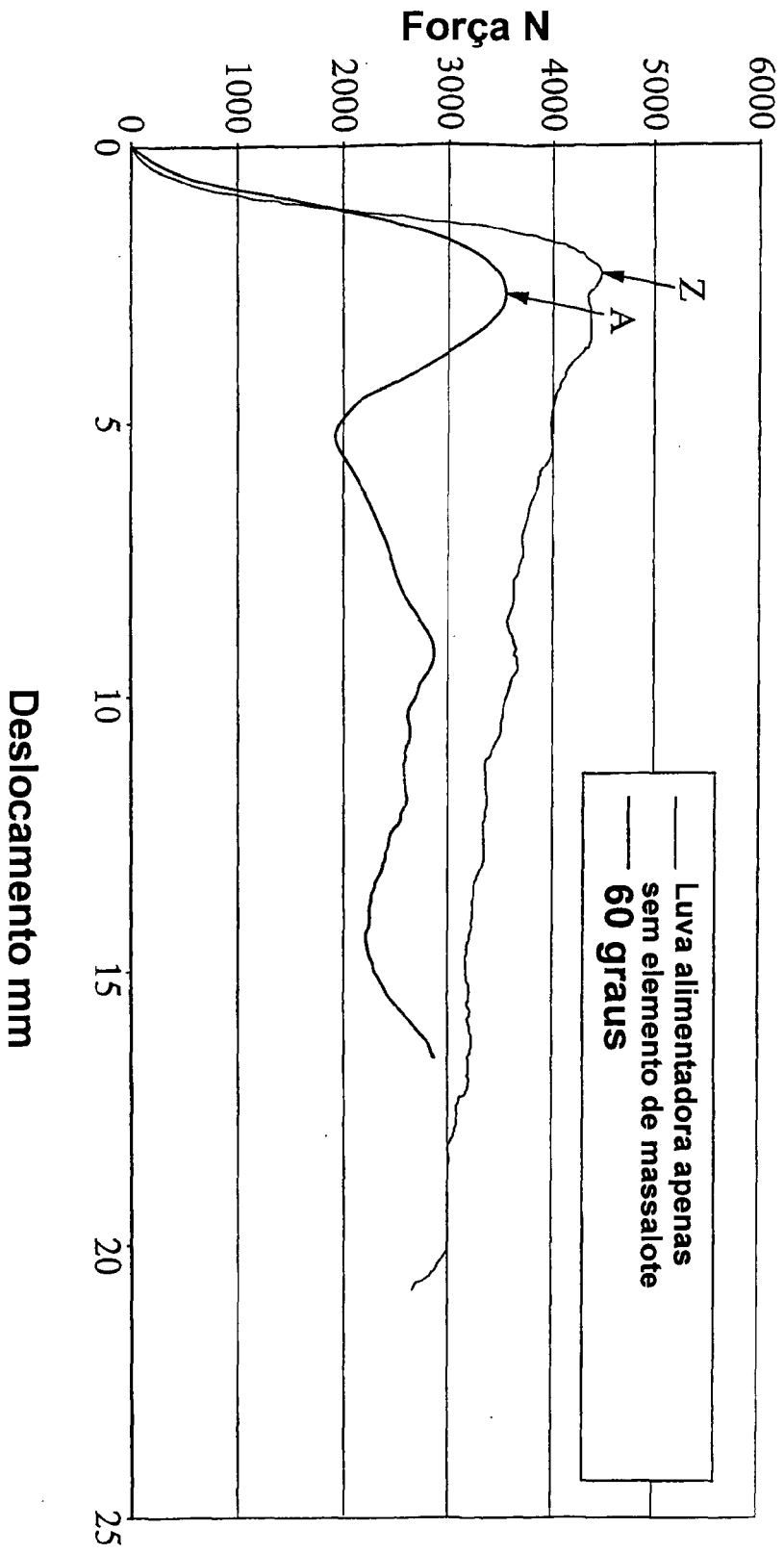


FIG 10e - KALMINEX 2000ZP 6/9 - 60 graus

FIG 10f - KALMINEX 2000ZP 6/9 - 50 graus

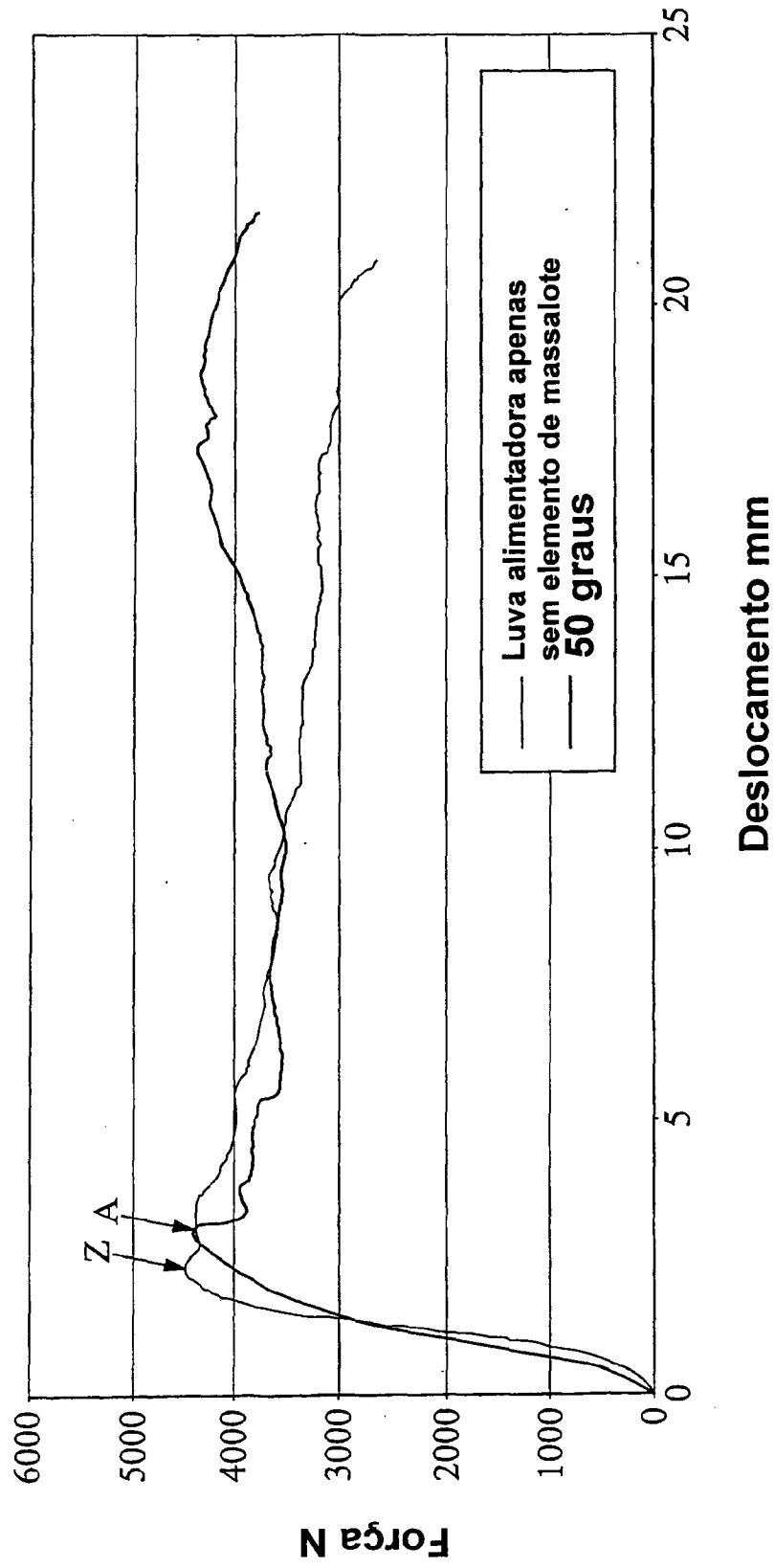


FIG 10g - KALMINEX 2000ZP 6/9 -40 graus

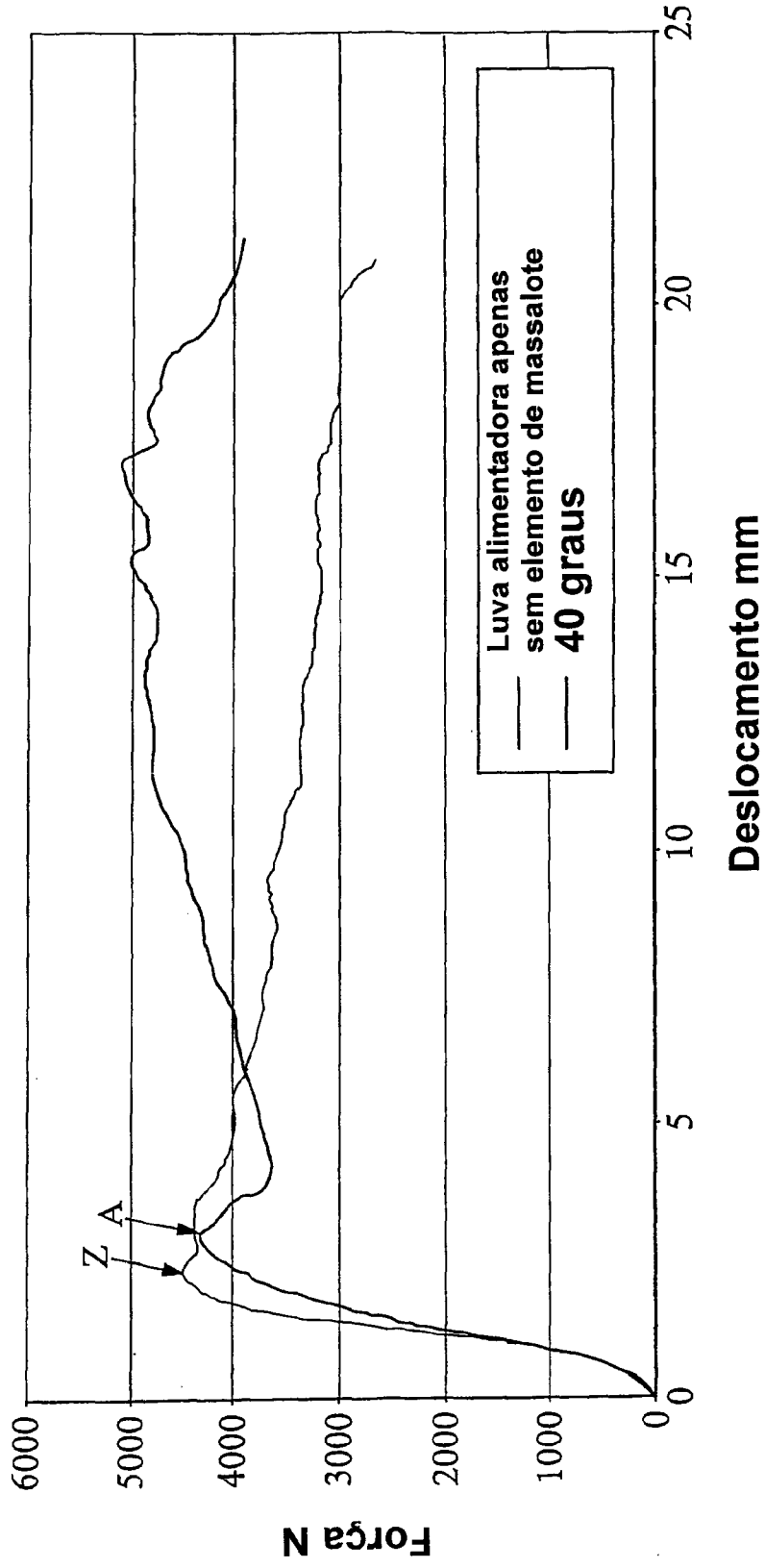


FIG 10h - KALMINEX 2000ZP 6/9 - 30 graus

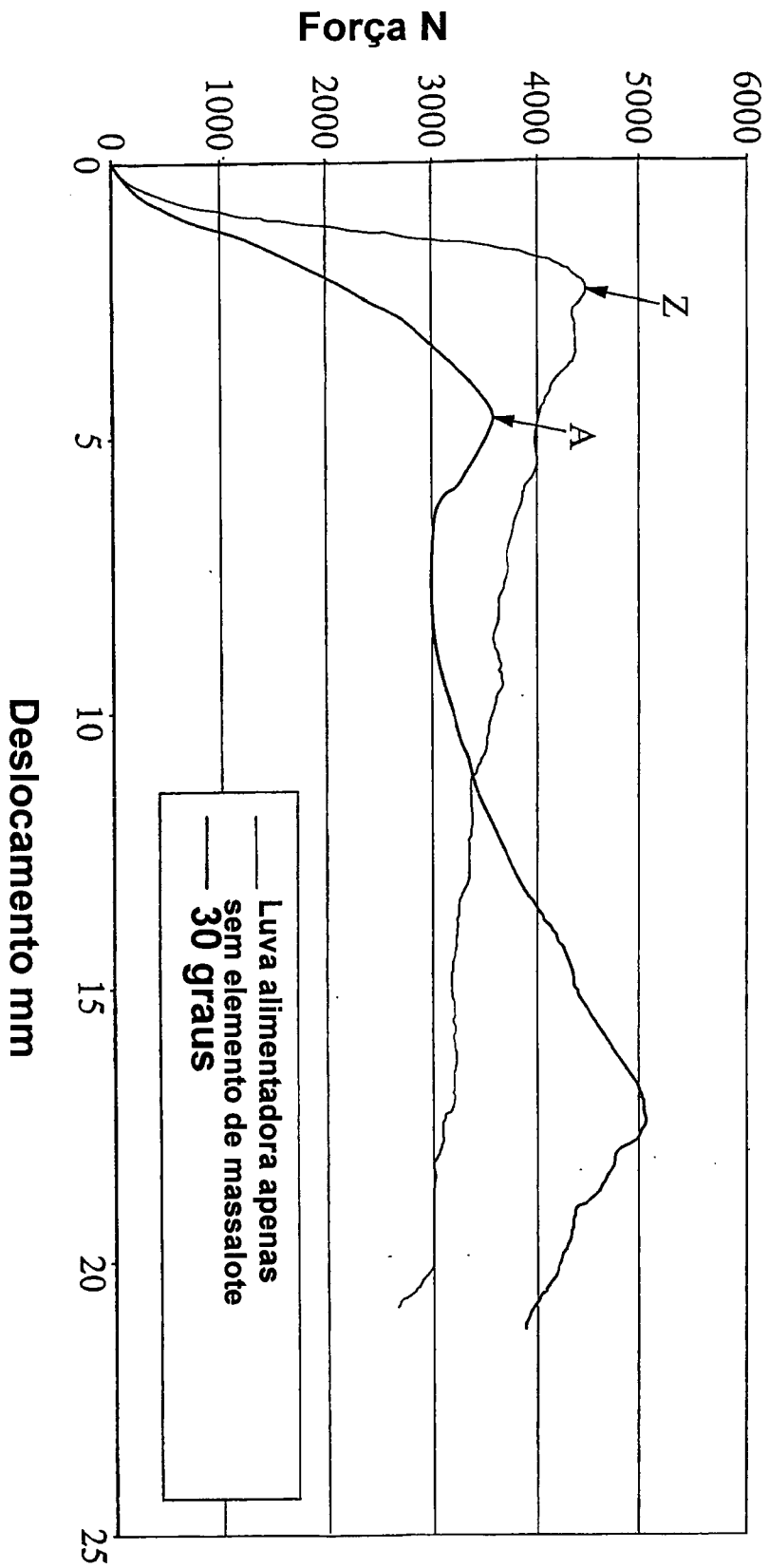
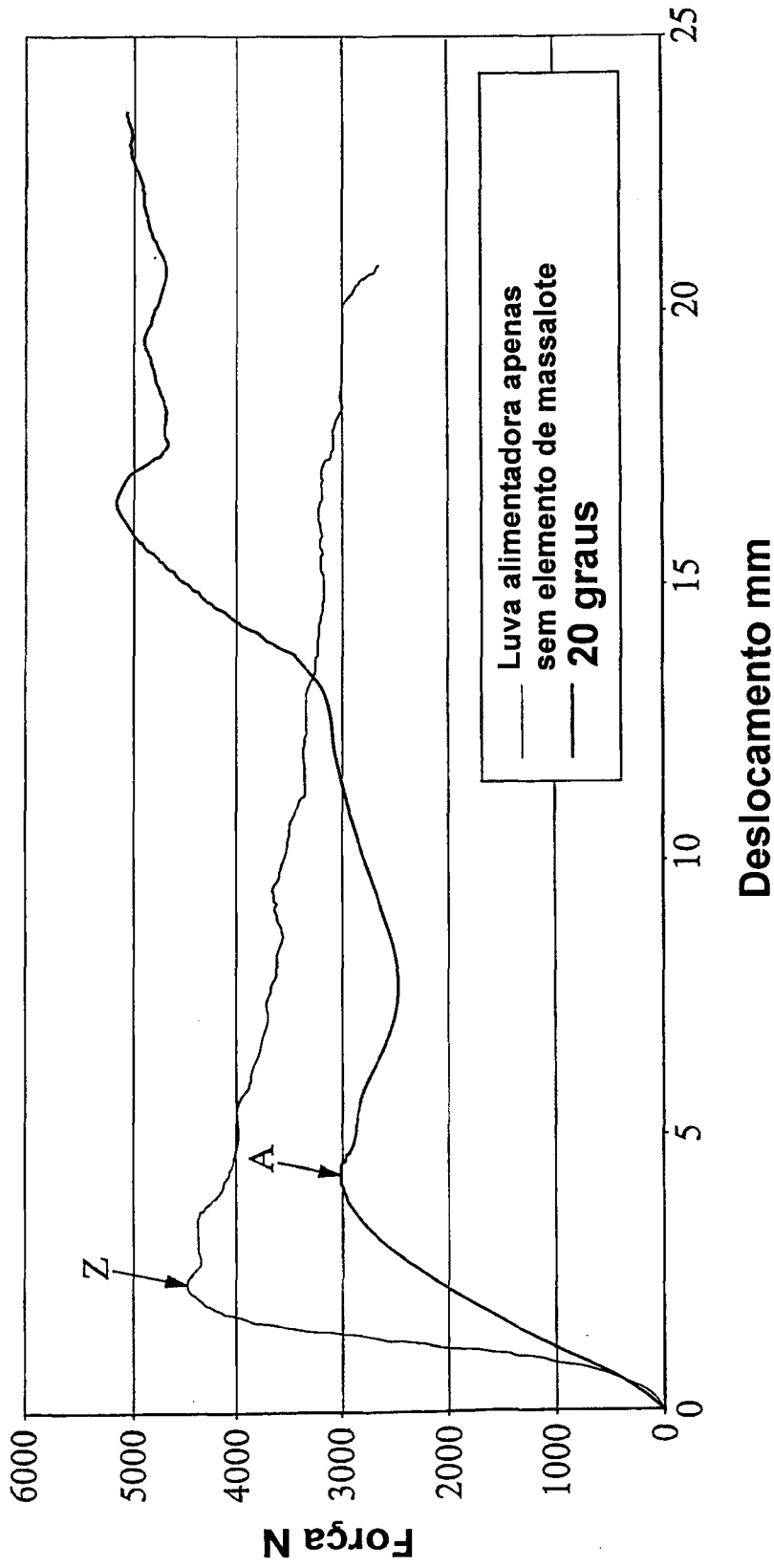


FIG 10i - KALMINEX 2000ZP 6/9 - 20 graus



Deslocamento mm

RESUMO“SISTEMA DE MASSALOTE PARA FUNDIÇÃO DE METAL”

A presente invenção descreve sistema de massalote para fundição de metal, compreendendo um elemento de massalote (10, 40, 52, 60) e uma luva alimentadora (50) afixada ao mesmo, com a luva alimentadora (50, 56) tendo uma base, e com o elemento de massalote (10, 40, 52, 60) compreendendo: (i) um primeira extremidade (42) para montar sobre um modelo de molde; (ii) uma segunda extremidade (43) oposta para receber a luva alimentadora (50, 56); e, (iii) uma perfuração (44) entre a primeira e a segunda extremidades (42, 43) definida por uma parede lateral escalonada (45), sendo o elemento de massalote (10, 40, 52, 60) compressível em uso de modo a reduzir a distância entre a primeira e a segunda extremidades (42, 43). A novidade reside no fato de que: a parede lateral escalonada (45) tem uma primeira região de parede lateral (46, 62) definindo a segunda extremidade (43) do elemento e uma superfície de montagem para a luva alimentadora (50, 56), sendo a primeira região de parede lateral (46, 62) inclinada para o eixo (A) da perfuração em um ângulo entre 30° e 70° e uma segunda região de parede lateral (47) contígua com a primeira região de parede lateral (46, 62), a segunda região de parede lateral (47) sendo paralela a ou inclinada para o eixo (A) da perfuração a um ângulo diferente para a primeira região de parede lateral (46, 62) de modo a definir um degrau na parede lateral; a base da luva alimentadora (50, 56) é perfilada no mesmo ângulo que a primeira região de parede lateral (46, 62) do elemento de massalote (10, 40, 52, 60); e, a resistência da luva fica na faixa de 3,5kN a 20 kN.