

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

(21) **PI 1100214-0 A2**

(22) Data de Depósito: 07/02/2011
(43) Data da Publicação: 24/07/2012
(RPI 2168)



(51) *Int.Cl.:*
F16J 1/00

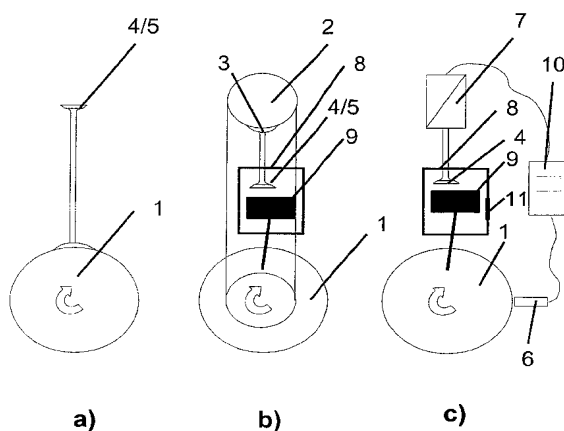
(54) **Título:** PROCESSO PARA OPERAR UM
EXPANSOR DE ÊMBOLO DE UM MOTOR A VAPOR

(30) **Prioridade Unionista:** 05/02/2010 AT A160/2010

(73) **Titular(es):** Man Nutzfahrzeuge Österreich Ag

(72) **Inventor(es):** Professor Dr. Raimund Almbauer

(57) **Resumo:** PROCESSO PARA OPERAR UM EXPANSOR DE ÊMBOLO DE UM MOTOR A VAPOR. A presente invenção refere-se a um processo para operar um expansor de êmbolo, onde vapor fresco de uma alimentação de vapor é conduzido para um compartimento de cilindro através de uma válvula de entrada, o vapor fresco introduzido no compartimento de cilindro é relaxado no ciclo de trabalho devido a um movimento de um êmbolo do ponto morto superior para o ponto morto inferior, e o vapor relaxado, depois de alcançar o ponto morto inferior, é conduzido de uma abertura de saída fechável para dentro de uma saída de vapor. A solução técnica descrita destaca-se pelo fato de que a abertura de saída é aberta tão logo o êmbolo se encontra na área do ponto morto inferior, e em seguida é fechada antes de o êmbolo alcançar o ponto morto superior no ciclo de expulsão.



Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "PROCESSO PARA OPERAR UM EXPANSOR DE ÊMBOLO DE UM MOTOR A VA-POR".

A presente invenção refere-se a um processo para operar um
5 expansor de êmbolo, onde vapor fresco de uma alimentação de vapor é
conduzido para um compartimento de cilindro através de uma válvula de en-
trada, o vapor fresco introduzido no compartimento de cilindro é relaxado no
ciclo de trabalho devido a um movimento de um êmbolo do ponto morto su-
perior para o ponto morto inferior, e o vapor relaxado, depois de alcançar o
10 ponto morto inferior, é conduzido de uma abertura de saída fechável para
dentro de uma saída de vapor.

O estado da técnica.

A fim de poder realizar economias de combustível em motores
de combustão interna móveis, tais como motores de combustão interna de
15 automóveis, atualmente são priorizadas principalmente duas soluções técni-
cas. Ao lado do uso de diversos conceitos híbridos, apropriados principal-
mente para o trânsito urbano e de distribuição em virtude dos processos de
freagem e aceleração lá reinantes, também são conhecidos sistemas de re-
cuperação de calor que aproveitam o calor de escape de um motor de com-
20 bustão interna para disponibilizar energia de acionamento adicional. Tais
sistemas para o aproveitamento do calor de escape são apropriados, no ca-
so de motores de combustão interna móveis, principalmente para veículos
que são operados no trânsito de longas distâncias.

Em tais sistemas de aproveitamento de calor de escape, o calor
25 de escape que surge na área do motor de combustão interna e/ou da remo-
ção do gás de escape é transmitido, pelo menos parcialmente, para um cir-
cuito de calor secundário. No circuito de calor secundário é circulado um
fluido portador de calor e nisso, usualmente evaporado pelo menos parcial-
mente em um evaporador, o vapor é relaxado em uma unidade de expan-
30 sã, por exemplo, em um expansor de êmbolo, e por fim, novamente lique-
feito em um condensador. O trabalho mecânico gerado com a unidade de
expansão é levado como trabalho adicional ao sistema de trabalho, em es-

pecial a um sistema de acionamento do veículo. Do mesmo modo é imaginável aproveitar o trabalho mecânico obtido pelo aproveitamento do calor de escape para o acionamento de outros componentes, tais como, por exemplo, um soprador ou um compressor, ou para a geração de energia elétrica.

5 Nesse contexto um sistema de recuperação de calor para um motor de combustão interna é conhecido do documento DE 10 2006 043 139 A1. Com a ajuda do sistema descrito é fornecido ao veículo energia de trabalho adicional oriunda do calor de escape do motor de combustão interna e/ou do sistema de gás de escape. Depois do relaxamento do meio de trabalho na forma de vapor no expender, o meio de trabalho do circuito de calor secundário é transportado para um condensador onde é liquefeito sob liberação de calor, de modo que o respectivo ciclo de vapor é fechado.

 Além disso, do pedido da patente europeu 09 00 94 56.6 ainda não publicado é conhecido um êmbolo de uma machine de expansão de
15 êmbolo elevador onde um diâmetro externo de um pescoço de êmbolo é menor do que um diâmetro externo da cabeça do êmbolo e/ou da haste do êmbolo e ao mesmo tempo o comprimento do pescoço do êmbolo corresponde a quase o curso do êmbolo em estado montado. Com a solução técnica descrita é possível, com a ajuda de meios construtivos relativamente
20 simples, realizar um aproveitamento efetivo da energia contido no vapor e, por conseguinte, do valor perdido que surge em um motor de combustão interna. A construção descrita do êmbolo garante uma partida suave de uma máquina de expansão de embolo e uma separação efetiva dos circuitos de óleo e vapor. A separação efetiva dos circuitos de óleo e vapor impede com
25 segurança uma poluição mutua dos circuitos em virtude da fuga do respectivo meio.

 Os expansores de êmbolo conhecidos do estado da técnica usualmente são operados em processo de dois ciclos. Nisso, no ponto morto superior o vapor fresco é introduzido em um cilindro da unidade de expensor
30 através de uma válvula de entrada, e no ciclo de trabalho seguinte, o vapor é relaxado sob liberação de trabalho. Finalmente, no ponto morto inferior, a válvula de saída é aberta e durante o ciclo de saída, por meio do movimento

do êmbolo do ponto morto inferior para o superior, o vapor relaxado é empurrado para fora do cilindro. Ao alcançar o ponto morto superior, a válvula de saída fecha e o respectivo ciclo começa novamente. Em dependência dos parâmetros do vapor fresco e da contrapressão sobre o lado externo, a
5 relação de compressão precisa ser dimensionada de tal modo que o meio de trabalho no ciclo de trabalho é relaxado para um nível apropriado.

No caso de uma relação de compressão baixa demais, o meio de trabalho, ao abrir a válvula de saída, apresenta um excesso de pressão em relação à contrapressão na linha de saída fato este que devido à possibi-
10 lidade potencial de se obter um relaxamento maior, tem um efeito negativo sobre a eficiência do ciclo. Se, em contrapartida, a relação de compressão for grande demais, o meio de trabalho é relaxado para uma pressão abaixo da contrapressão na linha de saída, fato este que dificulta a saída do vapor relaxado e por sua vez tem efeito negativo sobre a eficiência do ciclo.

15 O uso de expansor de êmbolo de vapor no aproveitamento de calor de escape de motores de combustão interna exige uma construção complexa. Para poder atender a todas as exigências referentes a peso, custos, durabilidade e serviço necessário, via de regra são usadas válvulas estacionárias. Devido a esta medida surge no ponto morto superior um espaço
20 prejudicial que é relativamente grande, assim produzindo relações de compressão geométricas pequenas. Disso, frequentemente surge o problema de que nem mesmo o espaço prejudicial possa ser preenchido suficientemente com vapor fresco.

Partindo do estado da técnica conhecido e do problema descrito,
25 a presente invenção tem a tarefa de fornecer um processo para a operação de uma unidade de expansor de êmbolo de vapor que pode ser operada com uma eficiência relativamente alta. O processo a ser indicado deve em especial reduzir a quantidade de vapor fresco necessária para o enchimento de um embolo, sem que assim o grau de eficiência do ciclo seja reduzido
30 consideravelmente.

A tarefa acima descrita é solucionada com a ajuda de um processo de acordo com a reivindicação 1. Formas de execução vantajosas da

presente invenção são o objetivo das reivindicações independentes, e no relatório descritivo seguinte são descritas detalhadamente, parcialmente fazendo referência às figuras.

De acordo com a presente invenção, um processo para a operação de um expensor de êmbolo, onde a partir de uma alimentação de vapor o vapor fresco é conduzido em um compartimento de cilindro através de uma válvula de entrada, o vapor fresco introduzido no compartimento de cilindro é relaxado no ciclo de trabalho devido a um movimento de um êmbolo do ponto morto superior para o ponto morto inferior, e o vapor relaxado, pelo menos em parte, é conduzido de uma abertura de saída fechável para dentro de uma descarga de vapor, foi aperfeiçoado de tal modo que a abertura de saída, ao ou depois de alcançar o ponto morto inferior, é aberta e em seguida, fechada, antes de o êmbolo no ciclo de expulsão alcance o ponto morto superior. Nesse contexto é possível, a princípio, abrir a abertura de saída somente durante um tempo relativamente curto, por exemplo, no ponto morto inferior, ou durante um tempo mais longo, sobretudo até que seja obtido mais ou menos um ângulo de eixo de manivela de cerca de 30° antes do ponto morto superior.

A princípio, a redução da quantidade de vapor fresco por ciclo do processo de trabalho pode ser realizada de duas maneiras. Por um lado, é imaginável abrir a válvula de entrada somente durante tanto tempo e até tal ponto que no cilindro não é alcançada a pressão de vapor fresco. Nesse caso, a válvula de entrada estrangula o vapor fresco até uma pressão inferior à do vapor fresco. Esta redução da pressão, porém, produz uma redução decisiva do rendimento. Por esta razão, o processo de acordo com a presente invenção tira proveito de uma segunda possibilidade para a redução da quantidade de vapor fresco por ciclo. Nisso, a abertura de saída não está aberta durante todo o ciclo de expulsão, isto é, durante o tempo, onde o êmbolo se movimenta do ponto morto inferior para o ponto morto superior, mas sim, a abertura de saída é fechada claramente antes de o êmbolo alcançar o ponto morto superior. Devido a esta medida consegue-se que uma quantidade considerável de vapor já relaxado permanece no compartimento do

cilindro e não é transportado para a descarga de vapor.

Este vapor residual que permanece no cilindro, com vantagem é comprimido no ciclo de expulsão por meio do movimento do êmbolo para o ponto morto superior. Isto faz com que ao abrir a válvula de entrada já reina
5 uma pressão claramente elevada em comparação com a contrapressão reinante de outro modo sem compressão do vapor residual no ciclo. Devido à pressão elevada em comparação com a contrapressão usual dentro do cilindro, também somente uma quantidade de vapor fresco relativamente pequena é introduzida no cilindro. Não obstante, através da injeção do vapor fresco,
10 co, o vapor misto que surge no volume prejudicial do cilindro é elevado até uma pressão que corresponde à pressão do vapor fresco. A pressão de vapor fresco é alcançada, no caso, através de uma outra compressão do vapor residual já pré-comprimido dentro do volume prejudicial do cilindro, sendo que o estado do vapor fresco se ajusta depois da injeção do vapor fresco em
15 dependência dos estados do vapor residual pré-comprimido e do vapor fresco. Esta pressão de vapor misto pode ser obtido independentemente da seleção de uma relação de compressão apropriada.

Graças ao processo de acordo com a presente invenção para a operação de um expensor de êmbolo consegue-se com vantagem que a eficiência do expensor é relativamente alta e que ao mesmo tempo é obtido um
20 aumento de pressão moderato dentro do cilindro. O aumento de pressão moderado deve se ao fato de que este é realizado durante um tempo mais longo, já que primeiro o vapor residual está sob tensão prévia e somente em seguido a isto é comprimido até o nível de pressão do vapor fresco através da injeção de vapor fresco.
25

Conforme já foi relatado inicialmente, a princípio são possíveis duas formas de execução alternativas do processo de acordo com a presente invenção. Em uma primeira forma de execução, a abertura de saída é fechada, tão logo o êmbolo se encontrar em uma região entre o ponto morto inferior e o ponto morto superior. De preferência, a abertura de saída é fechada a um ângulo de eixo de manivela de 20 ° até 60 ° antes do ponto morto superior. Em especial apropriado é um fechamento da abertura de saída
30

em uma região de mais ou menos 45° de ângulo de eixo de manivela antes do ponto morto superior.

A segunda forma de execução alternativa é quase que um caso limite para o processo de acordo com a presente invenção. Nessa válvula de saída é aberta exclusivamente ou mantida aberta, tão logo e por quanto tempo o êmbolo se encontrar na região do ponto morto inferior. Em tal realização do processo de acordo com a presente invenção também é imaginável preferencialmente, prever na região da parede do cilindro aberturas, em especial fendas, que são liberadas pela passagem da borda do êmbolo durante o ciclo de expansão, e que são novamente fechadas pela passagem da borda de êmbolo durante o ciclo de expulsão. Desse modo, a abertura de saída é liberada para a retirada do vapor pelo menos parcialmente relaxado tão logo o êmbolo se encontrar na proximidade do ponto morto inferior. Em uma forma de execução preferida, a abertura ocorre em uma faixa de ângulo de eixo de manivela de 20° antes até 20° depois do ponto morto inferior. Um aperfeiçoamento todo especial da presente invenção prevê com um curso de êmbolo de 75 a 85 mm, em especial de 80 mm, uma faixa de ângulo de eixo de manivela de 30° para uma abertura da válvula de saída. Se o êmbolo, em seguida à abertura da válvula de saída, movimentar-se novamente em direção ao ponto morto superior, a ou as aberturas de saída são novamente fechadas. Com tal forma de execução, o processo de acordo com a presente invenção pode ser realizado com meios construtivos relativamente simples. Em especial é dispensado o uso de uma válvula de saída adicional. Na execução acima descrita do processo de acordo com a presente invenção, a abertura da válvula de saída ocorre no ponto morto inferior. Se o êmbolo de movimentar do ponto morto inferior em direção do ponto morto superior, a abertura de saída é novamente fechada, de modo que o vapor misto que permanece no cilindro é comprimido.

De preferência, a válvula de entrada é aberta, tão logo o êmbolo alcançar o ponto morto superior e é mantida aberta até um ângulo de eixo de manivela de mais ou menos 30° depois do ponto morto superior. A grande vantagem do processo de acordo com a presente invenção baseia-se no fato

de que no volume prejudicial se misturam dois vapores, precisamente o vapor fresco e o vapor residual pré-comprimido que exergeticamente são relativamente similares.

Na execução do processo de acordo com a presente invenção também é garantido preferencialmente que em um período entre o fechamento da abertura de saída e o fechamento subsequente da válvula de entrada, é gerado um vapor misto pela alimentação do vapor fresco no compartimento do cilindro, especialmente o volume prejudicial do compartimento de cilindro, cuja pressão de vapor misto pelo menos aproximadamente corresponde à pressão do vapor misto. A pressão de vapor misto relativamente alto. Nisso, a pressão de vapor fresco é obtida por meio de mais uma compressão do vapor residual já pré-comprimido dentro do volume prejudicial do cilindro, sendo que o estado do vapor misto depois da injeção do vapor fresco surge em dependência dos estados do vapor residual pré-comprimido e do vapor fresco. Através da mistura do vapor fresco com o vapor residual pré-comprimido é gerado, portanto, um vapor misto com uma entalpia elevada em comparação com as relações usuais. Esta providência eleva de modo relativamente simples a eficiência do ciclo.

A seguir, a presente invenção é explicada detalhadamente com a ajuda das figuras sem restrição do ensinamento geral da presente invenção. Eles mostram:

A figura 1 mostra a curva de elevação da válvula da abertura de saída.

A figura 2 mostra o decurso da pressão no cilindro.

A figura 3 mostra o esquema de um expansor de vapor de dois tempos para a execução do processo de acordo com a presente invenção.

A figura 1 mostra o curso de uma válvula de uma abertura de saída do cilindro de um expansor de vapor. No caso, as curvas de função a, b, c do curso da válvula são registradas sobre o ângulo do eixo de manivela em relação a três diferentes controles de válvula. O alcançar do ponto morto inferior e do ponto morto superior é respectivamente indicado por meio de uma linha de extensão vertical com aproximadamente 182° ou 361° de ân-

gulo de eixo de manivela. A curva funcional contínua fina "a" e a linha pontilhada "b" mostram respectivamente o curso da válvula de saída em processos padronizados conhecidos. A terceira linha funcional, a grossa, "c" mostra o curso da válvula da válvula de saída em caso de uso do processo de acordo com a presente invenção para abrir e fechar a válvula de saída.

É claramente visível que durante um curso de válvula da válvula de saída de acordo com as curvas funcionais "a", "b" a válvula de saída é aberta sobre uma área relativamente ampla entre o ponto morto inferior e o ponto morto superior do êmbolo. Em comparação com a abertura de acordo com a presente invenção da válvula de saída que é indicada pela curva funcional "c" de linha grossa, a válvula de saída nos processos padronizados não somente é aberta mais tempo, e sim também mais amplamente. Ao contrário dos processos conhecidos, a abertura de saída, com o uso do processo de acordo com a presente invenção, é fechada novamente já claramente antes de alcançar o ponto morto superior. Através da medida descrita, o vapor residual que se encontra no cilindro naquele momento, em virtude do afastamento do embolo, com a válvula de saída fechada em direção do ponto morto superior, não é expulso e sim comprimido.

Uma forma de execução toda especial do processo de acordo com a presente invenção é ilustrada na figura 1 por meio de curva funcional "d". Nessa solução técnica é usada uma configuração especial da abertura de saída. Nisso, fendas são previstas na parede do cilindro que estabelecem uma ligação entre o interior do cilindro e uma descarga de vapor, tão logo a borda do êmbolo no ciclo de expansão passa por cima da fenda. No ciclo de expulsão, a pelo menos uma fenda é novamente fechada, tão logo a borda do embolo ter passado novamente sobre a fenda em virtude do movimento em sentido contrário do êmbolo. No caso mostrado, a pelo menos uma fenda é aberta com um ângulo do eixo de manivela de cerca de 20 ° antes de alcançar o ponto morto inferior, e com um ângulo de eixo de manivela de cerca de 20 ° depois do ponto morto inferior, é novamente fechada.

Em complementação ao decurso do curso da válvula de saída mostrado na figura 1 durante o movimento de um êmbolo, na figura 2 são

mostrados os decursos de pressão para os três processos mostrados na figura 1 para fechar a abertura de saída. É claramente visível que nos processos padronizados "a", "b" ocorre um aumento de pressão muito rápido pouco antes de alcançar o ponto morto superior. Em comparação com isso, o aumento de pressão no caso de um fechamento prematura da válvula de saída, isto é, claramente antes que o êmbolo alcança o ponto morto superior, é muito suave. Isto se deve ao fato de que com um fechamento prematuro da válvula de saída a pressão no cilindro aumenta de modo contínuo por causa da compressão do vapor residual, ao passo que no uso dos processos padrão "a", "b" a pressão somente aumenta pouco antes de alcançar o ponto morto superior, em especial, cerca de 10 ° de ângulo de eixo de manivela antes de alcançar o ponto morto superior.

Com relação ao controle de fendas mostrado no contexto da curva funcional "d" na figura 1 da abertura de saída é chamada a atenção para o fato de que a pressão dentro do cilindro aumenta no ciclo de expulsão em dependência da configuração das fendas, em especial da sua forma geométrica. Em comparação com um controle de válvula, o aumento da pressão será menos suave na maioria dos casos, a respectiva curva de decurso de pressão apresentaria nessa área um decurso um pouco mais íngreme. Nesse contexto é chamada a atenção expressamente para o fato de que para a realização do efeito essencial para a presente invenção não importa se a abertura de saída é liberada ou fechada por meio de pelo menos uma válvula de saída ou com a ajuda de um controle de fenda apropriado.

A figura 3 mostra de modo esquemático a construção de um expansor de vapor com o qual o processo de acordo com a presente invenção pode ser executado. Uma vez que um expansor de vapor correspondente usualmente é operado em ciclos de dois tempos, os números de rotações dos eixos de manivela e dos eixos de excêntricos são idênticos, de modo que as válvulas de entrada e de saída são operados por meio de um braço de manivela correspondente, previsto no eixo de manivela. Tal execução tem a vantagem, sobretudo de que não é necessário nem um eixo excêntrico adicional nem um acionamento correspondente. Naturalmente, a princípio é

possível prever um eixo de excêntricos adicional além do eixo de manivela, também em um expensor de êmbolo a vapor operado em ciclo de dois tempos.

5 Como evidenciaram as explicações acima, a presente invenção refere-se a um processo para a operação apropriada de válvulas de entrada e de saída de uma máquina de êmbolo para o relaxamento do vapor. Para tal, a figura 3 mostra esquematicamente três possibilidades técnicas com as quais a operação das válvulas 4, 5 pode ser realizada. Com cada uma das três operações da válvula o processo de acordo com a presente invenção
10 pode ser realizado que se refere principalmente ao momento da abertura e do fechamento das válvulas 4, 5.

Os componentes mostrados na figura 3 que são essenciais para execução do processo de acordo com a presente invenção de um expensor de êmbolo de vapor são o eixo de manivela 1, o eixo de excêntricos 2 com
15 os excêntricos 3 formados inteiriçamente com o mesmo, a válvula de entrada 4, a válvula de saída 5, o sensor de posição 6, e uma unidade de manipulação 7. Dependendo da execução construtiva para o motor a vapor, a operação das válvulas é feita através do eixo de manivela 1 (figura 3a), através do eixo de excêntricos 2 (3b) ou a outra unidade de manipulação (7) que pode
20 ser acionada de modo elétrico, hidráulico ou pneumático. Em caso de uso de uma outra unidade de manipulação 7 que se destaca principalmente pelo fato de que não há nenhuma ligação mecânica entre o eixo de manivela 1 e a válvula de entrada ou a válvula de saída, também são previstos um sensor de posição 6 no eixo de manivela e uma unidade de controle 10. Com a ajuda do
25 sensor de posição 6 é determinada a posição momentânea do eixo de manivela 1 e um valor correspondente é conduzido à unidade de controle como valor de entrada. A unidade de controle 10 processa este valor e gera um valor de saída, em cuja base é realizada a operação da válvula de entrada ou da válvula de saída 4, 5 por meio da unidade de manipulação 7.

30 Todos os três mecanismos de operação de válvula mostrados na figura 3 têm em comum que vapor fresco é levado para a válvula de entrada 4 por meio de uma alimentação de vapor 8. A abertura da válvula de entrada

é feita ou por um braço de manivela do eixo de manivela (figura 3a), um excêntrico 3 do eixo de excêntricos 2 (figura 3b) ou pela unidade de manipulação 7 tão logo o êmbolo 9 se encontrar no ponto morto superior. Ao alcançar o ponto morto superior encontra-se dentro do volume de cilindro restante, o chamado volume prejudicial, vapor residual comprimido que não foi expulso depois do relaxamento, mas que foi novamente comprimido. Depois da abertura da válvula de entrada 4, o vapor fresco vai para dentro do volume prejudicial, sendo que em virtude da entrada de vapor fresco também acontece uma compressão do vapor residual sob tensão prévia que se encontra no volume prejudicial do cilindro. O vapor misto que se forma no cilindro apresenta por fim uma pressão que pelo menos mais ou menos corresponde à pressão do vapor fresco na alimentação de vapor 8. A pressão do vapor fresco, no caso, é obtida por mais uma compressão do vapor residual que já está sob tensão prévia dentro do volume prejudicial do cilindro, sendo que o estado do vapor misto depois da injeção do vapor fresco se ajusta em dependência dos estados do vapor residual pré-comprimido e do vapor fresco.

Em um ângulo de eixo de manivela de cerca de 30° depois do ponto morto superior, a válvula de entrada 4 é novamente fechada. Devido ao vapor misto comprimido que se encontra no cilindro, o êmbolo 9 agora no ciclo de trabalho é movido na direção do ponto morto inferior, de modo que o vapor é relaxado. Ao alcançar o ponto morto inferior é aberta uma abertura de saída 5. Em uma primeira alternativa, esta é executada como fenda 11 na parede do cilindro que é liberada tão logo o êmbolo 9 se encontrar na área do ponto morto inferior. De preferência, a fenda de saída é liberada quando a borda do êmbolo passar por cima em um ângulo do eixo de manivela de cerca de 20° antes de alcançar o ponto morto inferior. Através da abertura de saída 5 ou a fenda de saída 11 liberada escapa agora o vapor misto relaxado.

Tão logo o êmbolo 9 se movimentar novamente na direção do ponto morto superior, a abertura de saída 5 é fechada. Se a abertura de saída não dispor de uma válvula de saída mas sim da fenda já descrita, esta devido ao movimento do êmbolo no ciclo de expulsão e a passagem sobre a borda do êmbolo, é fechada novamente. Através do fechamento da abertura

de saída 5 ou da fenda de saída 11, o vapor residual é comprimido de tal modo que a pressão do vapor residual ao alcançar o ponto morto superior é apenas um pouco menor do que a pressão do vapor fresco. A diferença de pressão pequena entre o vapor residual e o vapor fresco tem, sobretudo, a
5 vantagem de que na injeção do vapor fresco no volume prejudicial do cilindro, vapores são misturados uns com os outros que exergeticamente são muito similares. Além disso, os componentes do cilindro, em especial a válvula de entrada são relativamente pouco solicitados por causa da compressão do vapor residual e da diferença pequena entre a pressão do vapor residual e a pressão do vapor fresco. Além disso, na base da primeira forma de
10 configuração descrita da abertura de saída 5, nenhuma válvula será necessária adicionalmente à válvula de entrada 4.

Depois de alcançar o ponto morto superior, a válvula de entrada 4 é novamente aberta, e o ciclo descrito começa novamente.

15 Em uma segunda alternativa para a execução do processo de acordo com a presente invenção, uma válvula também é prevista na abertura de saída 5 que é operada por meio de um braço de manivela do eixo de manivela 1, um excêntrico 3 do eixo de excêntricos 2 ou uma outra unidade de manipulação 7. Em tal configuração construtiva da abertura de saída, a
20 válvula de saída é aberta tão logo o êmbolo tenha alcançado o ponto morto inferior, e é fechada com um ângulo de eixo de manivela de cerca de 45° antes do ponto morto superior. Depois de a válvula de saída 5 ter sido fechada, o vapor residual que permanece no cilindro é novamente comprimido através do movimento do êmbolo, de modo que dessa forma são obtidas as
25 vantagens mencionadas já mencionadas no contexto da descrição da primeira alternativa.

Por fim é chamada a atenção para o fato de que devido à operação preferida de uma máquina de expansão de êmbolo de vapor no ciclo de dois tempos, as válvulas são operadas de modo apropriado com a ajuda de
30 um braço de manivela (figura 3a). A vantagem dessa configuração construtiva é principalmente o fato de que pode ser dispensado o uso de um eixo de excêntricos adicional.

LISTAGEM DE REFERÊNCIA

	1	Eixo de manivela
	2	Eixo de excêntricos
	3	Excêntrico
5	4	Válvula de entrada
	5	Válvula de saída
	6	Sensor de posição
	7	Unidade de manipulação
	8	Alimentação de vapor
10	9	Êmbolo
	10	Unidade de controle
	11	Fenda de saída

REIVINDICAÇÕES

1. Processo para operar um expansor de êmbolo, onde vapor fresco de uma alimentação de vapor é conduzido para um compartimento de cilindro através de uma válvula de entrada, o vapor fresco introduzido no
5 compartimento de cilindro é relaxado no ciclo de trabalho devido a um movimento de um êmbolo do ponto morto superior para o ponto morto inferior, e o vapor relaxado, depois de o ponto morto inferior ter sido alcançado, é conduzido de uma abertura de saída fechável para dentro de uma saída de vapor, caracterizado pelo fato de que a abertura de saída é aberta tão logo o
10 êmbolo se encontra na área do ponto morto inferior, e em seguida é fechada antes de o êmbolo alcançar o ponto morto superior no ciclo de expulsão.

2. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a abertura de saída é aberta com um ângulo de manivela de 25° a 15°, especialmente de 20°, antes do ponto morto inferior.

15 3. Processo de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado pelo fato de que a abertura de saída é fechada com um ângulo de manivela de 25° a 15°, especialmente de 20°, depois do ponto morto inferior.

4. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, caracterizado pelo fato de que a abertura de saída é aberta pelo menos
20 uma vez com um ângulo de eixo de manivela de 20° antes de alcançar o ponto morto inferior até 20 ° depois de alcançar o ponto morto inferior.

5. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a abertura de saída é aberta o mais cedo tão logo o êmbolo alcança o ponto morto inferior.

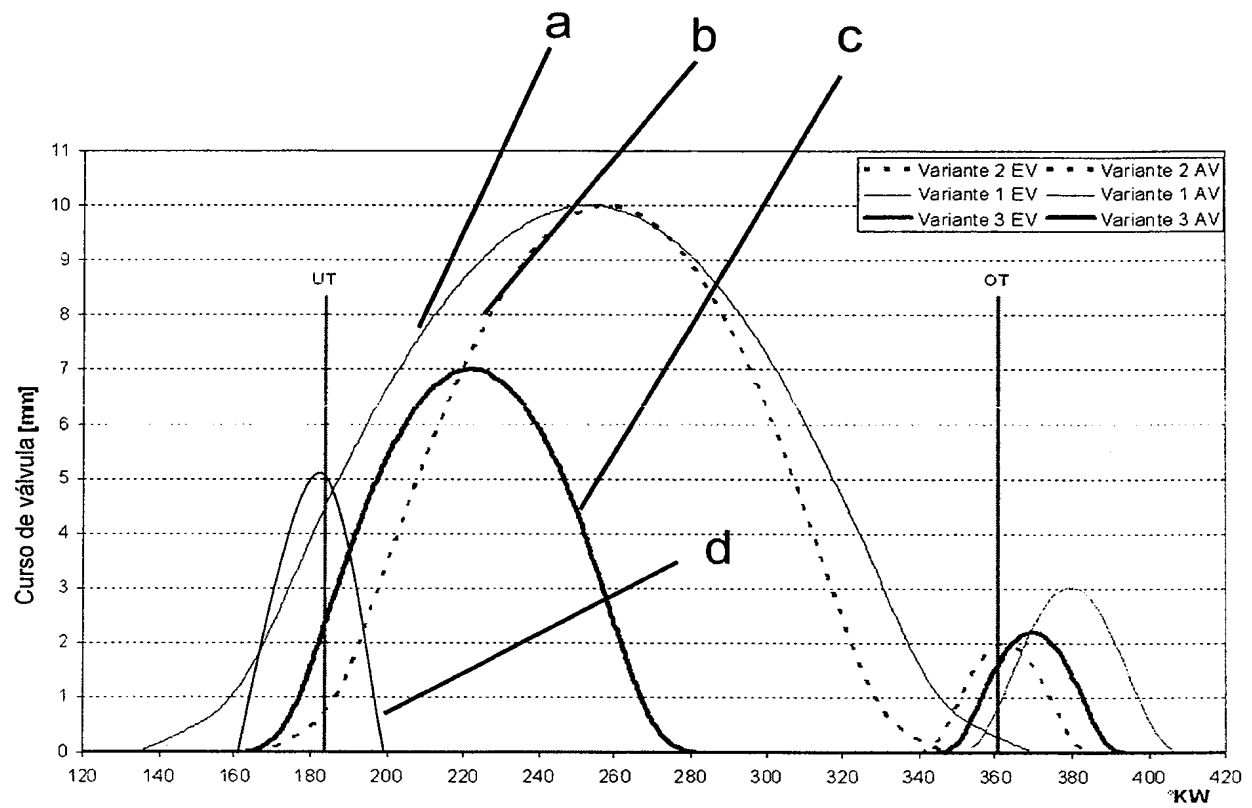
25 6. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a abertura de saída é fechada no ciclo de expulsão em uma faixa de um ângulo de eixo de manivela de 70° a 100° depois do ponto morto inferior.

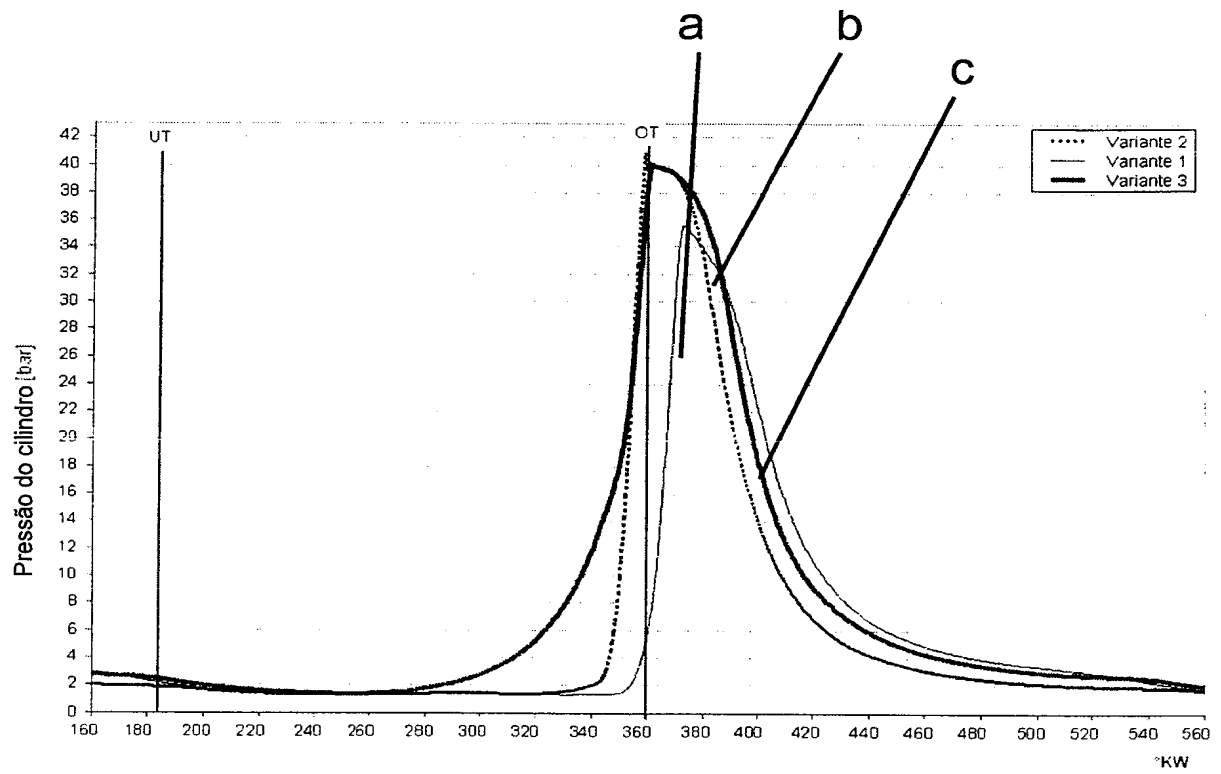
7. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a
30 6, caracterizado pelo fato de que a válvula de entrada é fechada em uma área de uma posição de eixo de manivela de 25° a 35° depois de alcançar o ponto morto superior.

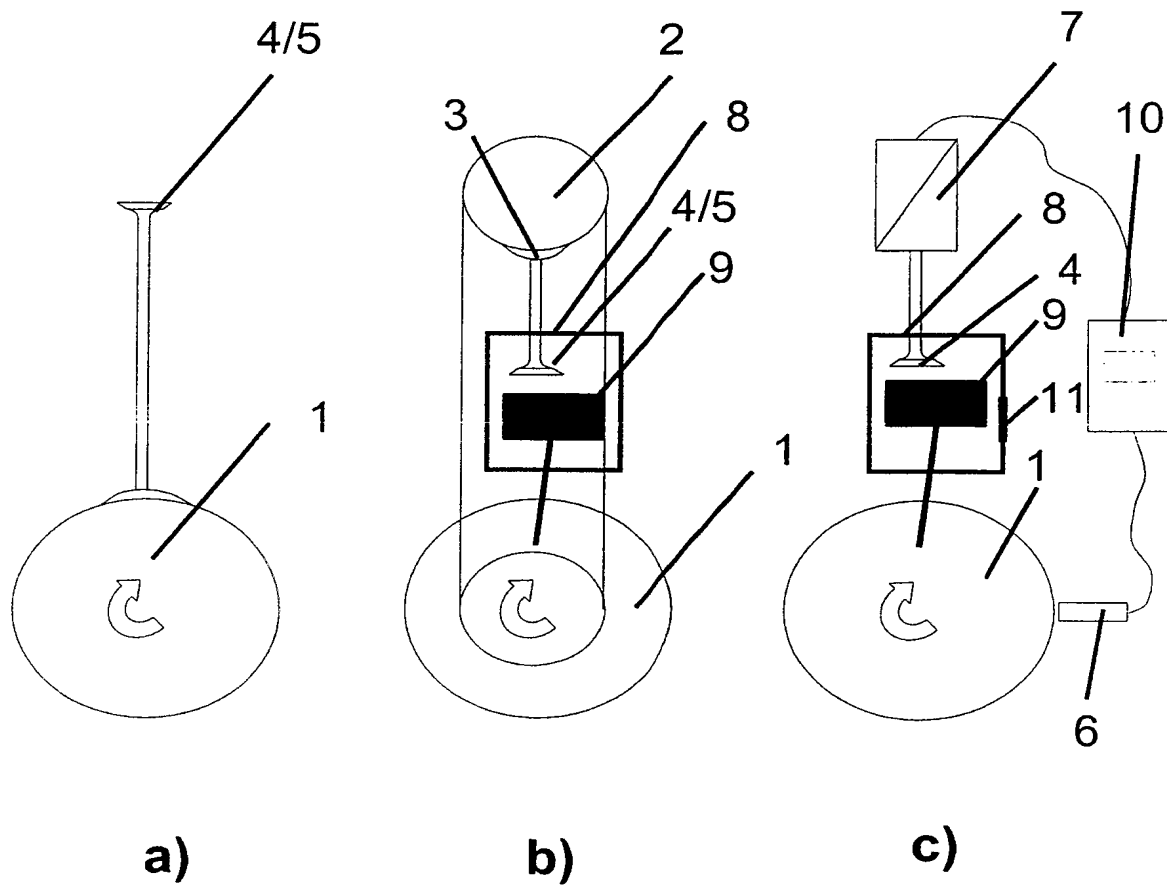
8. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 7, caracterizado pelo fato de que em um período entre o fechamento da abertura de saída e o fechamento da válvula de entrada é gerado vapor misto através do suprimento de vapor fresco no compartimento de cilindro cuja
5 pressão de vapor misto corresponde a mais ou menos à pressão de vapor fresco.

9. Uso do processo como definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 8, em um expensor de êmbolo de um circuito de vapor que é abastecido com calor de um circuito de esfriamento de um motor de combustão interna.
10

10. Uso do processo como definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 8, em um expensor de êmbolo de um circuito de vapor que é abastecido com calor de um circuito de esfriamento de um motor de combustão interna de um automóvel.
15

**Fig. 1**

**Fig. 2**

**Fig. 3**

RESUMO

Patente de Invenção: **"PROCESSO PARA OPERAR UM EXPANSOR DE ÊMBOLO DE UM MOTOR A VAPOR"**.

5 A presente invenção refere-se a um processo para operar um expansor de êmbolo, onde vapor fresco de uma alimentação de vapor é conduzido para um compartimento de cilindro através de uma válvula de entrada, o vapor fresco introduzido no compartimento de cilindro é relaxado no ciclo de trabalho devido a um movimento de um êmbolo do ponto morto superior para o ponto morto inferior, e o vapor relaxado, depois de alcançar o
10 ponto morto inferior, é conduzido de uma abertura de saída fechável para dentro de uma saída de vapor.

A solução técnica descrita destaca-se pelo fato de que a abertura de saída é aberta tão logo o êmbolo se encontra na área do ponto morto inferior, e em seguida é fechada antes de o êmbolo alcançar o ponto morto
15 superior no ciclo de expulsão.