



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

(21) **PI0711596-2 A2**

(22) Data de Depósito: 11/05/2007
(43) Data da Publicação: 16/11/2011
(RPI 2132)



* B R P I 0 7 1 1 5 9 6 A 2 *

(51) *Int.Cl.:*
G21B 1/00
G21B 3/00
G21D 5/02

(54) **Título:** PROCESSO DE FUSÃO NUCLEAR CONTROLADA

(30) **Prioridade Unionista:** 11/05/2006 ES P200601212

(73) **Titular(es):** Alset Technology LLC

(72) **Inventor(es):** Jose Alvarez Lopes, Jose Ignacio Galindo Cabello

(74) **Procurador(es):** Montaury Pimenta, Machado & Lioce

(86) **Pedido Internacional:** PCT ES2007000278 de 11/05/2007

(87) **Publicação Internacional:** WO 2007/132045de 22/11/2007

(57) **Resumo:** PROCESSO DE FUSÃO NUCLEAR CONTROLADA. A invenção constitui um processo de fusão nuclear controlada de átomos de deutério, realizado dentro de uma câmara de combustão, após a combustão de um combustível gasoso que contém átomos de deutério, na presença de um gás de oxidação e de um catalisador gasoso, com pressão positiva. A invenção também constitui um reator para a fusão nuclear controlada para realizar o processo descrito, bem como o motor de combustão interna constituído pelo reator para a fusão nuclear controlada e um veículo que constitui dito motor de combustão interna.

PROCESSO DE FUSÃO NUCLEAR CONTROLADA

Esta invenção está relacionada com o campo da energia, mais especificamente com os processos para a geração de energia a partir de reações de fusão nuclear controlada.

ESTADO DA TÉCNICA ANTERIOR

Na física, a fusão nuclear é o processo pelo qual dois núcleos atômicos se unem para formarem outro de maior peso atômico, com a correspondente liberação de energia. O novo núcleo tem uma massa inferior à soma das massas dos núcleos que se fusionaram para formá-lo. Esta diferença de massa é liberada na forma de energia. A energia que se libera varia em função dos núcleos que se unem e do produto da reação. A quantidade de energia liberada corresponde à fórmula $E = mc^2$, onde m é a diferença de massa observada no sistema antes e após a fusão.

Os núcleos atômicos tendem a repelir-se devido à sua carga positiva. Isso significa que a fusão só pode ocorrer em condições de temperatura e pressão muito elevadas que permitam compensar a força de repulsão. A temperatura elevada aumenta a agitação térmica dos núcleos, o que pode levá-los a fusionarem, devido ao efeito túnel. Para que isso ocorra, são necessárias temperaturas da ordem de milhões de graus. O mesmo efeito pode ser produzido se a pressão sobre os núcleos é muito grande, obrigando-os a estarem muito próximos.

30

Ao contrário da fissão nuclear e apesar da existência de numerosos programas de pesquisa nesse sentido, ainda não se conseguiu utilizar a fusão nuclear como uma fonte rentável de energia, dado que a energia aplicada ao processo é superior à que é obtida pela fusão.

35

Conhecem-se três isótopos do hidrogênio: hidrogênio,

deutério e trítio. O núcleo de cada átomo de hidrogênio ordinário é composto de um único próton. Na água natural, o deutério (D) tem uma abundância natural compreendida entre 0,0184 e 0,0082%, o que correspondente aproximadamente a um
5 por cada 6500 átomos de hidrogênio, e contém um próton e um nêutron no seu núcleo, sendo que a sua massa atômica é de dois. Quando o isótopo perde o seu elétron, o íon resultante recebe o nome de deuteron. O trítio (T), um isótopo radioativo instável, contém um próton e dois
10 nêutrons no núcleo, com uma massa atômica de três.

Em temperaturas normais, o hidrogênio é pouco reativo. Não reage com o oxigênio em temperaturas baixas, mas reage de forma violenta se a temperatura é elevada acima de 700°C ou
15 no caso de que se acrescente algum catalisador, por exemplo paládio ou platina finamente divididos, sendo que se obtém água como o produto desta reação.

Para conseguir a dissociação do hidrogênio molecular em
20 hidrogênio atômico, é necessário proporcionar uma temperatura muito elevada e uma enorme quantidade de energia é absorvida, mas esta reação é reversível e os átomos de hidrogênio combinam-se outra vez para darem moléculas, liberando a energia previamente absorvida.

25 No ano de 1989, Pons e Fleishman publicaram os resultados das suas experiências sobre a fusão de átomos de deutério sob condições moderadas de temperatura e pressão, utilizando um catalisador de paládio na eletrólise de água
30 pesada. Muitos investigadores tentaram reproduzir ditas experiências e inclusive tentaram otimizar o processo, mas sempre mantiveram como catalisador do processo de fusão um composto metálico em estado sólido.

35 O livro intitulado "Project Sherwood - The US program in controlled fusion", Amasa S. Bishop 1958 Ed. Addison-Wesley Pub., indica que um dos requisitos para que uma reação de

fusão nuclear seja útil é necessário que seja auto-sustentável. Assim, para que uma reação de fusão nuclear seja auto-sustentável, a energia liberada deve ser suficiente para manter a temperatura requerida, de tal forma que a energia gerada deve ser maior que a energia irradiada. Portanto, acima de uma determinada temperatura crítica, a temperatura de ignição, a reação será auto-sustentável. No caso da reação de fusão D-D, dita temperatura de ignição é de aproximadamente 400.000.000 °C.

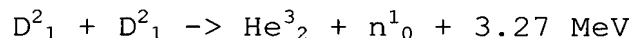
10

A presença no plasma de qualquer núcleo pesado incrementará enormemente o rácio de energia irradiada e, portanto, incrementará a temperatura de ignição. Isso leva à necessidade de trabalhar com plasma de alta pureza.

15

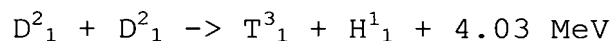
A fusão nuclear controlada, tal como se conhece atualmente, está baseada na propriedade que determinados metais têm, em particular paládio e titânio, de serem capazes de absorver grandes volumes de hidrogênio e dos seus isótopos. Em particular, as reações de fusão nuclear de átomos de deutério ocorrem quando estes estão confinados nas células cristalinas de ditos metais, resultando na formação de hélio (He) mais um nêutron e na liberação de energia, de acordo com a seguinte reação:

25



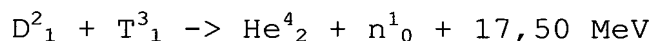
Alternativamente, os átomos de deutério podem ser fusionados para produzirem um átomo de trítio mais hidrogênio, com a correspondente liberação de energia:

30



O trítio formado pode, por sua vez, ser fusionado com o deutério, também resultando na formação de hélio mais um nêutron e com a liberação de energia.

35



Na DE 19845223, descreve-se um processo de fusão nuclear que tem lugar num motor ou numa turbina, que consiste na injeção de deutério na presença de xenon-hélio como catalisador e a sua posterior ionização. Nesta petição, não se indica absolutamente nada sobre a possibilidade de utilizar outros tipos de catalisadores. Além disso, uma característica importante do processo descrito é que isto não vem precedido por uma combustão ou pela geração de um plasma.

Na petição de patente norte-americana US 2004028166 descreve-se um aparelho para a introdução de um catalisador gasoso, concretamente metano, na câmara de reação de um processo de fusão nuclear. Neste caso, o processo de fusão nuclear referido não é um processo de fissão em baixa temperatura (fusão controlada), mas, tal como se estabelece na especificação, página 1 parágrafo [004], o processo de fusão nuclear ao qual se refere dita petição é a fusão nuclear em altas temperaturas ("hot nuclear fusion reactions").

Na ES 482832, descreve-se um processo de combustão de hidrogênio gasoso, o qual foi previamente ionizado por meio de irradiação eletromagnética.

Portanto, ainda existe a necessidade de um processo de fusão nuclear controlada de átomos de deutério para a geração de energia de maneira estável e com baixo custo.

RESUMO DA INVENÇÃO

Os inventores, de maneira surpreendente, descobriram que é possível realizar um processo de fusão nuclear controlada de átomos de deutério no interior de uma câmara de combustão, que compreende a combustão de um combustível

gasoso que contém átomos de deutério na presença de um gás de oxidação e um catalisador gasoso, sob uma pressão positiva de pelo menos 10,13 bares (10 atmosferas). Alternativamente, o processo de fusão nuclear controlada
5 compreende a geração de um plasma de um combustível gasoso que contém átomos de deutério na presença de um catalisador gasoso, no interior de um reator sob uma pressão de pelo menos 0,1 milibares.

10 O termo "fusão nuclear controlada" de acordo com a presente invenção, faz referência ao processo de fusão nuclear que tem lugar em temperaturas inferiores àquelas que são necessárias para que o processo de fusão termonuclear tenha lugar. Em particular, de acordo com uma realização da
15 presente invenção, a temperatura na qual tem lugar a fusão nuclear controlada é a resultante do processo de combustão do combustível gasoso sob as condições de pressão indicadas.

20 No contexto da presente invenção, o termo "combustível" refere-se a qualquer material capaz de liberar energia quando a sua estrutura química é modificada ou transformada. Desta forma, não fica limitado somente a substâncias que ao se queimarem (reagindo com oxigênio)
25 liberem energia, mas também são entendidos como combustíveis, por exemplo, o hidrogênio e os seus isótopos quando são utilizados para proporcionarem energia no processo de fusão nuclear.

30 De acordo com a presente invenção, o termo "catalisador" deve ser entendido como uma substância (composto ou elemento) capaz de acelerar uma reação química, permanecendo o mesmo inalterado, ou seja, que não é consumido durante a reação. Os catalisadores não alteram o
35 balanço energético final da reação química, só permitem que se alcance o equilíbrio com maior ou menor velocidade.

O catalisador utilizado na presente invenção é um composto em estado gasoso que é uma fonte de carbono, cloro, nitrogênio, enxofre, fósforo, oxigênio, argônio ou uma mistura destes últimos.

5

Portanto, de acordo com um aspecto da presente invenção, proporciona-se um processo para a produção de energia por meio da fusão nuclear controlada de átomos de deutério, caracterizado pelo fato de que compreende a combustão de um
10 combustível gasoso que compreende átomos de deutério na presença de um gás de oxidação e um catalisador gasoso que é uma fonte de carbono, cloro, nitrogênio, enxofre, fósforo, oxigênio, argônio ou uma mistura destes últimos, sob uma pressão positiva de pelo menos 10 atmosferas.

15

Numa realização deste primeiro aspecto da invenção, o combustível gasoso é selecionado entre deutério e uma mistura de H_2 e deutério.

20

De acordo com outra realização, o combustível gasoso encontra-se em estado atômico ionizado, incluindo o estado plasmático. Assim, o combustível gasoso pode ser ionizado antes da sua introdução na câmara de combustão ou a ionização tem lugar durante o processo de combustão.

25

Preferivelmente, a ionização tem lugar durante o processo de combustão.

Tanto os reativos (combustível gasoso, gás de oxidação) como o catalisador gasoso podem ser fornecidos à câmara de
30 combustão de forma independente, ou seja, por meio de injetores independentes ou de qualquer outro meio adequado para a introdução de uma corrente gasosa no interior da câmara de combustão, ou podem ser introduzidos na câmara de combustão após serem misturados no exterior da mesma.

35

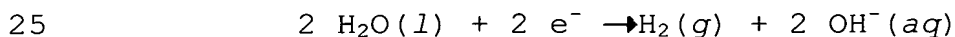
De acordo com uma realização desta invenção, o combustível gasoso é o H_2 produzido por meio de um processo de ruptura

da molécula de água. O hidrogênio produzido contém uma quantidade de deutério que, como se indicou anteriormente, é de aproximadamente 1 átomo de deutério por cada 6500 de hidrogênio. Conhecem-se vários processos de ruptura da molécula de água, como por exemplo a eletrólise e a termólise.

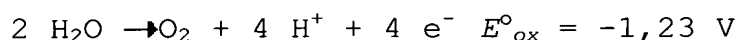
De acordo com uma realização da presente invenção, tanto o combustível gasoso como o gás de oxidação são produzidos no processo de eletrólise de água na presença de cloreto de sódio como eletrólito, utilizando um ânodo de carbono. Preferivelmente, a água contida na cuba eletrolítica tem um conteúdo de deutério superior ao habitual. Preferivelmente, utiliza-se água pesada (D₂O).

Como é sabido, na eletrólise da água, a passagem da corrente elétrica através da água produz uma dissociação dos componentes da molécula de água, hidrogênio e oxigênio. O hidrogênio é recolhido no cátodo e o oxigênio no ânodo. Portanto, as reações eletroquímicas que têm lugar no processo de eletrólise da água na presença de cloreto de sódio como eletrólito são as seguintes:

Cátodo:



Ânodo:



A produção de oxigênio está mais favorecida termodinamicamente. Portanto, a utilização de ânodos nos quais a formação de cloro esteja cineticamente favorecida (maior densidade de corrente de permutação e menor sobretensão) é particularmente preferida de acordo com a presente invenção. Assim, preferivelmente, o ânodo utilizado é de grafite. O cloro formado no ânodo é

arrastado pela corrente de oxigênio gerado e introduzido na câmara de combustão, atuando como catalisador no processo de fusão nuclear.

5 Demonstrou-se que os ânodos de carbono favorecem o caminho para a formação de íons carbônio, os quais também podem ser arrastados pela corrente de oxigênio para a câmara de combustão, utilizando-se desta forma como catalisadores da reação de fusão nuclear controlada segundo a invenção.

10

Alternativamente, é possível utilizar como fonte de catalisador gasoso qualquer outro tipo de reação química e/ou eletroquímica cujo resultado seja a geração de um composto gasoso que possa ser utilizado como fonte de
15 carbono, cloro, nitrogênio, enxofre, fósforo, oxigênio, argônio ou uma mistura destes últimos.

20

Da mesma forma, é possível utilizar gases comercialmente disponíveis tanto do combustível gasoso, do gás de oxidação como do catalisador.

25

Opcionalmente, pode-se dispor de um ou vários depósitos adequados para o armazenamento dos diferentes gases envolvidos no processo, sendo possível armazenar os diferentes gases misturados entre si ou separadamente. Portanto, são utilizados os gases contidos nestes depósitos para a alimentação da câmara de combustão onde terá lugar o processo de fusão nuclear controlada de acordo com a presente invenção.

30

O catalisador gasoso é um composto que se utiliza como fonte de carbono, cloro, nitrogênio, enxofre, fósforo, oxigênio, argônio ou uma mistura destes últimos.

35

Deve-se entender que, no contexto da presente invenção, o termo "fonte de carbono, cloro, nitrogênio, enxofre, fósforo, oxigênio", faz referência àqueles compostos

gasosos que têm na sua molécula pelo menos um átomo de carbono, cloro, nitrogênio, enxofre, fósforo, oxigênio ou uma mistura destes. Incluem-se também aqueles compostos gasosos formados pelos isótopos destes elementos. De acordo com uma realização preferente, o catalisador é uma fonte de um isótopo de carbono de peso atômico compreendido entre 9 e 14, preferivelmente dos isótopos ${}^9\text{C}$ ${}^{10}\text{C}_1$ ${}^{11}\text{C}_1$ ${}^{12}\text{C}$ e ${}^{13}\text{C}$.

Em outra realização, o catalisador gasoso é selecionado do grupo formado por cloro (Cl_2), cloreto de carbonilo (COCl_2), tetracloreto de carbono (CCl_4), óxidos de cloro (Cl_2O , ClO_2 , Cl_2O_6 , Cl_2O_7), óxidos de carbono (CO , CO_2), nitrogênio (N_2), ácido nítrico (HNO_2), óxidos de nitrogênio (NO , NO_2 , N_2O), ácido nítrico (HNO_3), óxidos de enxofre (SO_3 , SO_2), argônio e misturas destes últimos.

Em outra realização, o catalisador é selecionado entre o grupo formado por Cl_2 , COCl_2 , CCl_4 , HNO_2 , HNO_3 , NO , Cl_2O , ClO_2 , Cl_2O_6 , Cl_2O_7 e misturas destes últimos.

Geralmente, é suficiente a presença de quantidades de catalisador inferiores a 1% com respeito ao total da mistura de combustão. Preferivelmente, o catalisador está presente numa proporção de aproximadamente entre 0,05% e 1% com respeito ao total da mistura de combustão. Preferivelmente, a proporção de catalisador com respeito ao total da mistura de combustão é de aproximadamente 0,1 % e 0,5%.

O processo descrito na presente invenção é realizado dentro de um reator de fusão nuclear controlada que compreende uma câmara de combustão. Geralmente, a câmara de combustão é um cilindro, normalmente fixo, fechado numa extremidade e dentro do qual se desliza um pistão muito ajustado ao interior. As posições externas e internas do pistão modificam o volume entre a face interior do pistão e as paredes da câmara, aplicando desta forma pelo menos 10,13

bar (10 atmosferas) de pressão sobre os gases contidos, que segundo o processo da invenção é de pelo menos 10,13 a 151,99 bar (10 a 150 atmosferas). Preferivelmente entre 20,26 e 141,85 bar, mais preferivelmente entre 40,53 e
5 136,79 bar.

No caso de que o processo compreenda a geração de um plasma do combustível gasoso, a pressão no interior do reator é de pelo menos 0,1 milibares, preferivelmente entre 0,1 e 100
10 milibares, mais preferivelmente entre 0,5 e 80 milibares; ainda mais preferivelmente entre 1 e 70 milibares.

Uma vez aplicada dita pressão no interior da câmara de combustão, provoca-se a combustão dos gases. Para tal, são
15 conhecidos diferentes meios para provocar dita combustão, por exemplo por meio de uma descarga elétrica. Assim, uma câmara de combustão adequada para realizar o processo aqui descrito poderia ser um pistão de um motor de combustão interna.

20 De acordo com um segundo aspecto da presente invenção, proporciona-se um reator de fusão nuclear controlada caracterizado pelo fato de que compreende a) uma câmara de combustão na qual se introduz o combustível gasoso, o gás de oxidação e catalisador gasoso; b) meios para a
25 introdução dos diferentes gases; c) meios para aplicar uma pressão positiva de pelo menos 10 atmosferas; e d) meios para induzir a combustão.

30 De maneira alternativa, se o processo de fusão nuclear controlada compreender a geração de um plasma na presença do catalisador de acordo com a presente invenção, o reator da invenção caracteriza-se pelo fato de que compreende a)
35 uma câmara de combustão na qual se introduz o combustível gasoso e o catalisador gasoso; b) meios para a introdução dos diferentes gases; c) meios para aplicar uma pressão de

pelo menos 0,1 milibares; e d) meios para induzir a geração do plasma.

5 São conhecidos diferentes métodos de geração de um plasma, assim, por exemplo, a aplicação de descargas elétricas pulsadas permitiria gerar um plasma a partir de um gás que contém átomos de deutério.

10 Preferivelmente, os diferentes componentes do reator são preparados com materiais capazes de suportarem altas temperaturas.

Geralmente, os meios utilizados para a introdução dos gases são sistemas de injeção já conhecidos na técnica.

15

A introdução dos gases na câmara de combustão do reator pode ser realizada por meio de uma única corrente gasosa que compreende a mistura de todos os gases previamente misturados no exterior da câmara de combustão ou podem ser 20 introduzidos de maneira independente. Alternativamente, a introdução da corrente do combustível gasoso é independente da corrente do gás de oxidação que contém também o catalisador gasoso.

25 Os motores de combustão interna conhecidos, com as modificações adequadas para incorporar o reator de fusão nuclear controlada descrito na presente invenção, são também objeto da presente invenção. Portanto, um terceiro aspecto da presente invenção faz referência a um motor de 30 combustão interna caracterizado pelo fato de que compreende o reator de fusão nuclear controlada de acordo com a presente invenção, quer seja aquele no qual se realiza a combustão do combustível gasoso na presença do gás de oxidação ou aquele no qual se gera um plasma sem a 35 necessidade da presença de um gás de oxidação.

No contexto da invenção, "motor de combustão interna" significa um tipo de máquina que obtém energia mecânica diretamente da energia química produzida por um combustível que queima dentro de uma câmara de combustão, a parte principal de um motor. Conhecem-se quatro tipos de motores de combustão interna:

i) O motor cíclico Otto, no qual a mistura combustível é acesa no final do percurso de compressão por meio da ação provocada de uma faísca; é o motor convencional de gasolina que é utilizado na automação e na aeronáutica.

ii) O motor diesel, onde se consegue unicamente a compressão do ar por parte dos pistões até atingir uma pressão e temperatura adequadas para chegar a acender o combustível que se injeta no final do percurso de compressão dos sistemas e normalmente consome gasolina. Este é utilizado em instalações geradoras de eletricidade, em sistemas de propulsão naval, caminhões, ônibus e alguns automóveis.

iii) O motor rotatório. Atualmente conhecido como o Motor Wankel. Utiliza um rotor triangular dentro de uma câmara oval, em lugar de um pistão e um cilindro. A mistura de combustível e ar é absorvida através de um orifício de aspiração e fica presa entre um dos lados do rotor e a parede da câmara. A rotação do rotor comprime a mistura, que se acende com uma vela de ignição. Os gases são expulsos através de um orifício de expulsão com o movimento do rotor. O ciclo ocorre uma vez em cada um dos lados do rotor, produzindo três fases de potência em cada giro.

iv) A turbina de combustão. Está composta por um compressor, uma ou várias câmaras de combustão e pela turbina de gás propriamente dita. O ciclo termodinâmico do gás nestas turbinas corresponde ao Ciclo Brayton e consiste numa compressão adiabática seguida por uma politrópica e finaliza com uma expansão adiabática. A aplicação mais comum destas máquinas é a propulsão de aviões a reação e delas derivam as turbinas utilizadas na

geração de energia elétrica.

Segundo a invenção, o motor de combustão pode apresentar um ou mais reatores de fusão nuclear controlada de acordo com a descrição acima.

Uma vez que os gases são introduzidos na câmara de combustão e submetidos à pressão adequada, provoca-se o processo de combustão - por exemplo, por meio de uma faísca procedente de uma vela de ignição com faísca que acenda a mistura da maneira convencional quando o pistão da câmara de combustão atinge a fase de combustão do ciclo de combustão.

Um quarto aspecto da presente invenção proporciona um veículo a motor que compreende o motor de combustão interna de acordo com a presente invenção.

Ao longo da descrição e das reivindicações, a palavra "compreende" e as suas variantes não pretendem excluir outras características técnicas, aditivos, componentes ou passos. Para os especialistas na matéria, outros objetos, vantagens e características da invenção serão revelados parcialmente na descrição e parcialmente na prática da invenção. Os seguintes exemplos são proporcionados como modo ilustrativo e a intenção não é que limitem a presente invenção.

EXEMPLOS

30

Exemplo 1. Ensaio de combustão na presença de um catalisador.

Na realização da experiência, utilizaram-se bombas calorimétricas, similares às utilizadas para determinar o calor de combustão dos produtos e compostos químicos, as

quais são capazes de agüentar pressões de 30 a 40 atmosferas e temperaturas de 450 °C.

5 Introduziram-se no interior das bombas calorimétricas uma corrente de hidrogênio ionizado e outra de oxigênio, mantendo-se a uma temperatura de 450 °C a 600 °C. Nessas condições, utilizou-se uma faísca elétrica para acender a mistura explosiva e mediu-se o aumento de temperatura.

10 Numa série de explosões sucessivas, o calor de combustão das misturas aumentou a temperatura das bombas calorimétricas entre 10 °C e 20 °C. O acima descrito está de acordo com o "Princípio da Conservação da Energia".

15 A adição de pequenas quantidades de tetracloreto de carbono à mistura explosiva resultou num aumento da temperatura das bombas entre 40 °C e 60 °C.

20 O aumento da temperatura encontrado é atribuído ao processo de fusão nuclear ocorrido entre os átomos de deutério presentes, dado que a quantidade de catalisador que se acrescenta é tão pequena que a energia extra da sua combustão não permite explicar o aumento de temperatura.

25 Exemplo comparativo: Processo de fusão nuclear de deutério na ausência de catalisador.

30 Para a realização da presente experiência, realizou-se a eletrólise de água utilizando diferentes combinações de eletrodos.

35 Numa cuba eletrolítica com eletrodos de aço inoxidável, colocou-se água destilada, para a sua separação molecular e hidrogênio e oxigênio, à qual se adicionou uma pequena quantidade de ácido sulfúrico puro para produzir o eletrólito. A cuba foi energizada diretamente desde uma fonte de corrente contínua, entregando assim corrente

continua à cuba. A mistura de hidrogênio e oxigênio gerada na cuba eletrolítica foi levada a uma pressão positiva de 5 kg, para depois enviá-la diretamente ao motor de combustão interna que compreende o reator de fusão nuclear controlada de acordo com a invenção localizado num banco de testes especialmente concebido para medir o rendimento alcançado. Uma vez introduzidos os gases no interior da câmara de combustão do reator, aplicou-se uma pressão positiva entre 15 e 20 kg e provocou-se a combustão por meio de uma faísca gerada por uma vela de ignição com faísca.

O resultado obtido foi que por cada metro cúbico de hidrogênio combustado, obteve-se uma energia que se manteve no intervalo equivalente entre 2,7 e 3 kwh.

Exemplo 2: Processo de fusão nuclear de deutério na presença de catalisador.

Repetiu-se a experiência do exemplo comparativo, com o mesmo tipo de água retirada desde o mesmo recipiente, mas desta vez trocou-se um dos eletrodos da cuba eletrolítica. O cátodo permaneceu de aço inoxidável, enquanto que o ânodo foi trocado por um eletrodo de carbono.

Acrescentou-se ao eletrólito cloreto de sódio numa quantidade entre aproximadamente 0,2 e 0,5 g/l e procedeu-se a realizar a eletrólise da solução. Portanto, o resultado foi a liberação de compostos químicos de carbono e cloro no ânodo, os quais atuam como catalisadores no processo de fusão nuclear controlada. A mistura de gases (hidrogênio + oxigênio + substâncias catalisadoras) produzida durante a eletrólise, foi levada novamente a uma pressão positiva de 5 kg, para depois enviá-la diretamente ao motor de combustão interna anterior, localizado no mesmo banco de testes.

A quantidade de mistura foi exatamente igual que a utilizada na experiência anterior mas, desta vez, por cada metro cúbico de hidrogênio combustado, obteve-se uma energia que se manteve no intervalo equivalente entre 8,1 e 9 kwh.

Levando em consideração que o hidrogênio tem um conteúdo energético que está entre 119,6 MJ/Kg (33,2 Kwh/Kg) e 141,6 MJ/Kg (39,3 Kwh/Kg) e que cada metro cúbico de hidrogênio pesa 89,9 gr., a conclusão é que os 3 Kwh obtidos durante o processo de combustão durante a experiência comparativa equivale a um processo normal de combustão de hidrogênio, e onde a liberação de energia está dentro dos intervalos admissíveis para este tipo de processo.

No Exemplo 2, combustou-se a mesma quantidade de gás que no exemplo comparativo, mas obteve-se uma energia liberada muito superior, o que permite concluir que por meio do procedimento do exemplo 2 se libera uma energia adicional contida na corrente de hidrogênio. Esta energia adicional proviria da fusão de núcleos de deutério contidos na mistura de gases combustados, devido à presença de substâncias catalisadoras nos gases contidos na câmara de combustão.

REIVINDICAÇÕES

1. Processo para a produção de energia por meio da fusão nuclear controlada de átomos de deutério, caracterizado pelo fato de que se realiza na presença de um catalisador gasoso que é uma fonte de: carbono, cloro, nitrogênio, enxofre, fósforo, oxigênio, argônio, um isótopo destes últimos ou uma mistura dos mesmos.

2. Processo conforme a reivindicação 1, onde o processo de fusão nuclear compreende a combustão sob pressão positiva de pelo menos 10,13 bares, de:

a) um combustível gasoso que compreende átomos de deutério; e

b) um gás de oxidação;

na presença de um catalisador gasoso que é uma fonte de: carbono, cloro, nitrogênio, enxofre, fósforo, oxigênio ou uma mistura dos mesmos.

3. Processo conforme a reivindicação 1, onde o processo de fusão nuclear compreende a geração de um plasma de um combustível gasoso que compreende átomos de deutério, na presença de um catalisador gasoso que é uma fonte de: carbono, cloro, nitrogênio, enxofre, fósforo, oxigênio, argônio ou uma mistura dos mesmos; no interior de um reator a uma pressão de pelo menos 0,1 milibares.

4. O processo conforme qualquer das reivindicações 1 a 3, caracterizado pelo fato de que dito combustível gasoso se seleciona entre deutério e uma mistura de H₂ e deutério.

5. O processo conforme qualquer das reivindicações 1 a 4, caracterizado pelo fato de que o catalisador gasoso se seleciona entre o grupo formado por Cl₂, COCl₂, Cl₂O, ClO₂, Cl₂O₆, Cl₂O₇, CO, CO₂, CCl₄, N₂, NO, NO₂, N₂O, HNO₂, HNO₃, SO₃, SO₂, argônio e as suas misturas.

6. O processo conforme a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de que o catalisador se seleciona entre o grupo formado por COCl₂, CCl₄, HNO₂, HNO₃, NO, Cl₂O, ClO₂, Cl₂O₆, Cl₂O₇, e as suas misturas.

7. O processo conforme qualquer das

reivindicações 1 a 6, caracterizado pelo fato de que a fonte de carbono é um isótopo de peso atômico compreendido entre 9 e 14.

5 8. O processo conforme qualquer das reivindicações 1 a 7, caracterizado pelo fato de que o combustível gasoso se encontra em estado atômico ionizado.

9. O processo conforme a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de que o combustível gasoso se ioniza antes da sua introdução na câmara de combustão ou
10 durante o processo de combustão.

10. O processo conforme qualquer das reivindicações 1 a 9, caracterizado pelo fato de que o combustível gasoso é H_2 produzido por meio de um processo de ruptura da molécula de água.

15 11. O processo conforme qualquer das reivindicações 1 a 10, caracterizado pelo fato de que o catalisador gasoso está presente numa proporção de aproximadamente entre 0,05% e 1 % com respeito ao total da mistura de combustão.

20 12. O processo segundo qualquer das reivindicações 1-2, caracterizado pelo fato de que se aplica uma pressão positiva entre 10,13 e 151,99 bares na câmara de combustão antes de iniciar dita combustão.

25 13. Um reator de fusão nuclear controlada para realizar o processo de qualquer das reivindicações 1 a 12, caracterizado pelo fato de que compreende:

a) uma câmara de combustão na qual se introduz o combustível gasoso, o gás de oxidação e o catalisador gasoso;

30 b) meios para a introdução dos diferentes gases;

c) meios para aplicar uma pressão positiva de pelo menos 10,13 bares; e

d) meios para induzir a combustão.

14. Um reator de fusão nuclear controlada para realizar o processo de qualquer das reivindicações 1 a 12, caracterizado pelo fato de que compreende:

5 a) uma câmara de combustão na qual se introduz o combustível gasoso e o catalisador gasoso;

b) meios para a introdução dos diferentes gases;

c) meios para aplicar uma pressão de pelo menos 0,1 milibares; e

10 d) meios para induzir a geração do plasma.

15. Motor de combustão interna caracterizado pelo fato de que compreende o reator de fusão nuclear controlada segundo qualquer das reivindicações 13 -14.

15 16. Veículo a motor que compreende o motor de combustão interna segundo a reivindicação 15.

RESUMO**PROCESSO DE FUSÃO NUCLEAR CONTROLADA**

A invenção constitui um processo de fusão nuclear controlada de átomos de deutério, realizado dentro de uma câmara de combustão, após a combustão de um combustível gasoso que contém átomos de deutério, na presença de um gás de oxidação e de um catalisador gasoso, com pressão positiva. A invenção também constitui um reator para a fusão nuclear controlada para realizar o processo descrito, bem como o motor de combustão interna constituído pelo reator para a fusão nuclear controlada e um veículo que constitui dito motor de combustão interna.

REIVINDICAÇÕES

1. Processo para a produção de energia por meio da fusão nuclear controlada de átomos de deutério, que compreende a combustão na presença de um gás de oxidação e sob uma pressão de pelo menos 10,13 bares ou a geração de um plasma sob uma pressão de pelo menos 0,1 milibares de um combustível gasoso, com temperaturas inferiores àquelas que seriam necessárias para um processo de fusão termonuclear, sendo que o processo se realiza na presença de um catalisador gasoso que é uma fonte de: carbono, cloro, nitrogênio, enxofre, fósforo, oxigênio, argônio, um isótopo destes últimos ou uma mistura dos mesmos.

2. O processo conforme a reivindicação 1, onde o processo de fusão nuclear compreende a combustão sob pressão positiva de pelo menos 10,13 bares, de:

a) um combustível gasoso que compreende átomos de deutério; e

b) um gás de oxidação;
na presença de um catalisador gasoso que é uma fonte de: carbono, cloro, nitrogênio, enxofre, fósforo, oxigênio ou uma mistura dos mesmos.

3. O processo conforme a reivindicação 1, onde o processo de fusão nuclear compreende a geração de um plasma de um combustível gasoso que compreende átomos de deutério, na presença de um catalisador gasoso que é uma fonte de: carbono, cloro, nitrogênio, enxofre, fósforo, oxigênio, argônio ou uma mistura dos mesmos; no interior de um reator a uma pressão de pelo menos 0,1 milibares.

4. O processo conforme qualquer das reivindicações 1 a 3, caracterizado pelo fato de que dito combustível gasoso se seleciona entre deutério e uma mistura de H₂ e deutério.

5. O processo conforme qualquer das reivindicações 1 a 4, caracterizado pelo fato de que o catalisador gasoso se seleciona entre o grupo formado por Cl₂, COCl₂, Cl₂O, ClO₂, Cl₂O₆, Cl₂O₇, CO, CO₂, CCl₄, N₂, NO, NO₂, N₂O, HNO₂, HNO₃, SO₃, SO₂, argônio e as suas misturas.

6. O processo conforme a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de que o catalisador se seleciona entre o grupo formado por COCl_2 , CCl_4 , HNO_2 , HNO_3 , NO , Cl_2O , ClO_2 , Cl_2O_6 , Cl_2O_7 , e as suas mesclas.

5 7. O processo conforme qualquer das reivindicações 1 a 6, caracterizado pelo fato de que a fonte de carbono é um isótopo de peso atômico compreendido entre 9 e 14.

10 8. O processo conforme qualquer das reivindicações 1 a 7, caracterizado pelo fato de que o combustível gasoso se encontra em estado atômico ionizado.

15 9. O processo conforme a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de que o combustível gasoso se ioniza antes da sua introdução na câmara de combustão ou durante o processo de combustão.

 10. O processo conforme qualquer das reivindicações 1 a 9, que compreende um passo prévio adicional da ruptura de uma molécula de água para produzir hidrogênio que é utilizado como combustível gasoso.

20 11. O processo conforme qualquer das reivindicações 1 a 10, caracterizado pelo fato de que o catalisador gasoso está presente numa proporção de aproximadamente entre 0,05% e 1 % com respeito ao total da mescla de combustão.

25 12. O processo conforme qualquer das reivindicações 1 a 11, caracterizado pelo fato de que se aplica uma pressão positiva de entre 10,13 e 151,99 bares na câmara de combustão antes de iniciar dita combustão.