



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

**(11) PI 0706226-5 B1**

**(22) Data do Depósito: 06/08/2007**

**(45) Data de Concessão: 21/11/2017**



---

**(54) Título: MÉTODO PARA DETERMINAÇÃO DA HERMETICIDADE AO AR DE ESPAÇOS CONFINADOS**

**(51) Int.Cl.:** A62C 99/00; G01M 3/22; G01F 17/00

**(52) CPC:** A62C 99/0018,G01M 3/226

**(30) Prioridade Unionista:** 19/10/2006 EP 06122596.7

**(73) Titular(es):** AMRONA AG

**(72) Inventor(es):** ERNST-WERNER WAGNER

"MÉTODO PARA DETERMINAÇÃO DA HERMETICIDADE AO AR DE ESPAÇOS CONFINADOS".

Campo da invenção

A invenção refere-se a um método para determinar a  
5 hermeticidade ao ar de espaços confinados. Particularmente, a invenção refere-se a um método para poder determinar da forma mais precisa a corrente de fuga com referência a volume correspondente, para espaços a serem inertizados por longo tempo nos quais é usado um  
10 método de inertização para a prevenção e/ou extinção de incêndio.

O documento FR 2 834 066 A1 divulga um método para a detecção de fuga por meio de sensores de gás-oxigênio. O princípio de medição convencional baseia-se em que a  
15 pressão parcial do gás no elemento sensor é modificada através de um gás de teste inerte ou reativo que penetra e escapa.

O documento DE 102 51 536 A1 divulga um método para minimizar o uso de meio de gasificação na gasificação e  
20 para a busca de fuga na gasificação. No método convencional são utilizados gases de teste, com os quais se podem evitar re-dosagem.

O documento JP 63 214635 A divulga um outro método para a detecção de fuga segundo o qual um gás de teste é  
25 introduzido na atmosfera de um recipiente fechado. Em seguida, o corpo a ser pesquisado em relação à hermeticidade do gás é introduzido no recipiente, onde com ajuda de um sensor de gás montado no corpo testa-se se o gás de teste penetra através da parede do corpo no  
30 corpo.

Métodos de inertização para a diminuição do risco de um incêndio em um espaço confinado são conhecidos da técnica de extinção de fogo. Usualmente nestes métodos de inertização, através da introdução de um gás supressor de  
35 oxigênio de uma fonte de gás inerte, a atmosfera de ar do espaço confinado é diminuída, e ali mantida, a um nível de inertização abaixo da concentração de oxigênio da

atmosfera do ar circundante do espaço confinado. O efeito de prevenção e extinção de incêndio resultantes desses métodos baseia-se no princípio da supressão de oxigênio. O ar do ambiente normal está formado, como conhecido, de

5 aproximadamente 21% de oxigênio, 78% de nitrogênio e 1% de outros gases. Para diminuir o risco do surgimento de um incêndio, assim como para apagar um fogo já iniciado em um espaço confinado, é aumentada a concentração de nitrogênio, e com isso diminuída a porcentagem de

10 oxigênio, no referido espaço através de introdução de, por exemplo, nitrogênio puro. É conhecido que um efeito de extinção se estabelece quando a porcentagem de oxigênio abaixa a aproximadamente menos que 15% no volume. Dependendo do tipo de materiais combustíveis

15 existentes no referido espaço pode ser necessário ainda uma diminuição da porcentagem de oxigênio no volume de, por exemplo, 12%. Nesta concentração de oxigênio a maioria dos materiais combustíveis não podem mais queimar.

20 Para alcançar um nível de segurança na medida do possível alto em uma instalação de extinção de incêndio com gás inerte associada, na qual se faz uso da acima mencionada técnica de extinção de incêndio com gás inerte, são necessários planejamentos particularmente técnicos e

25 logísticos para o caso de uma parada da instalação como consequência de acidentes, a fim de se adequar às exigências de segurança técnica. Todavia quando no projeto da instalação de extinção de incêndio com gás inerte são consideradas todas as medidas, que

30 possibilitam alcançar a recolocação em funcionamento da instalação tão rápido quanto possível e sem transição, a inertização de espaços confinados por meio da técnica de gás inerte apresenta determinados problemas e mostra claros limites relacionados à segurança contra acidente.

35 Assim tem-se mostrado que é possível conceber uma instalação de extinção de incêndio com gás inerte de tal modo que a probabilidade para a ocorrência de um acidente

durante a diminuição e o ajuste do conteúdo de oxigênio no espaço confinado a um nível de inertização seja relativamente pouca, porém freqüentemente tem-se um problema nisto: manter o nível de inertização diminuído, e particularmente para a chamada "fase de operação de perigo", no valor necessário. Isto se deve especialmente a que com os métodos de inertização conhecidos do estado da técnica não existe nenhuma possibilidade de evitar uma ultrapassagem prematura de um nível de contra-fogo da concentração de oxigênio em espaço confinado, quando devido a um acidente a fonte de gás inerte falha completamente ou pelo menos parcialmente.

A anteriormente mencionada fase de contra-fogo descreve o intervalo de tempo após a chamada "fase de operação de perigo", sendo que nesse intervalo de tempo a concentração de oxigênio no espaço confinado não pode ultrapassar um determinado valor, o assim chamado "valor de prevenção de contra-fogo", para evitar uma nova inflamação dos materiais existentes na região de proteção. O nível de contra-fogo de prevenção é então uma concentração de oxigênio, a qual depende da energia de queima do espaço e é determinada com ajuda de ensaios. De acordo com as atuais VdS - especificações, na inundação do espaço confinado a concentração de oxigênio no espaço confinado tem que alcançar o nível de contra-fogo de prevenção, por exemplo, 13,8% do volume dentro dos primeiros 60 segundos a partir do início da inundação. Esses 60 segundos a partir do início da inundação são denominados também como "fase de combate ao fogo".

Além disso, o nível de contra-fogo de prevenção também não pode ser ultrapassado em um intervalo de 10 minutos após o fim da fase de combate ao fogo. Para isso é previsto que dentro da fase de combate ao fogo o incêndio na região de proteção seja completamente extinguido. O tempo de duração (por exemplo, 10 minutos), após a fase de combate ao fogo com o qual deve ser garantido que o fogo já apagado na fase de combate ao fogo não possa ser

inflamado novamente, é definido como "fase de contra-fogo".

Nos métodos de inertização conhecidos do estado da técnica, imediatamente depois da detecção de um incêndio em espaço confinado é abaixada tão rápido quanto possível a concentração de oxigênio na atmosfera de ar do espaço a uma chamada "concentração de operação". O gás inerte necessário aqui vem usualmente de uma fonte de gás inerte correspondente da instalação de prevenção de incêndio com gás inerte. Sob a definição de "concentração de operação" e "nível de concentração de operação" entende-se um nível de inertização, o qual está abaixo de uma, assim chamada, "concentração de projeto" específica para o referido espaço.

A "concentração de projeto" do referido espaço é uma concentração de oxigênio na atmosfera de ar do espaço, para a qual é evitada efetivamente a inflamação de uma substância existente no espaço confinado. Na definição da concentração de projeto e do nível de concentração de projeto de um espaço, usualmente é deduzida ainda uma redução de segurança a partir do valor limite ou do "nível de concentração limite" para o qual é prevenida uma inflamação daqueles materiais no espaço.

Depois de alcançar a concentração de operação na atmosfera de ar do espaço do referido espaço, usualmente, é mantida a concentração de oxigênio com uma concentração de controle abaixo da concentração de operação do espaço em um assim chamado "nível de concentração de controle". Essa concentração de controle é uma região de controle da concentração de oxigênio residual na atmosfera de ar do espaço inertizado, dentro da qual é mantida a concentração de oxigênio durante a fase de contra-fogo. Aquela região de controle é freqüentemente limitada por um limite superior, que define o limiar de acionamento para a fonte de gás inerte, e um limite inferior que define o limiar de parada da fonte de gás inerte da instalação de prevenção de incêndio com gás inerte.

Durante a fase de contra-fogo, a concentração de controle é mantida através da introdução repetida de gás inerte em essa região de controle. Como já indicado, o gás inerte aqui necessário vem usualmente do reservatório que serve  
5 como fonte de gás inerte da instalação de prevenção de incêndio com gás inerte, ou seja, ou do aparelho para produção de um gás supressor de oxigênio (por exemplo, um gerador de nitrogênio), de garrafas de gás ou de outros dispositivos de tampão

10 Em caso de uma falha de função ou de defeito da instalação de prevenção de incêndio com gás inerte certamente existe o perigo de que a concentração de oxigênio na atmosfera de ar do espaço confinado aumente prematuramente e com isso ultrapasse o nível de contra-  
15 fogo de prevenção na atmosfera de ar do espaço antes dos mencionados 10 minutos após o fim da fase de combate ao fogo ou antes do fim da fase de contra-fogo. Em um caso assim, a fase de contra-fogo seria encurtada, e possivelmente pode ser garantido um combate ao fogo bem  
20 sucedido no espaço confinado.

Sob consideração dos problemas apontados anteriormente em relação às exigências de segurança técnica de uma instalação de prevenção de incêndio com gás inerte ou de um método de inertização, no documento EP 1 550 481 A1 é  
25 proposto um método de inertização no qual o conteúdo de oxigênio na atmosfera de ar de um espaço confinado é diminuído a uma concentração de controle abaixo da concentração de operação do espaço, onde a concentração de controle e a concentração de operação são abaixadas  
30 considerando a formação de uma margem de segurança de falha assim como a concentração de projeto definida para o espaço confinado, sendo que a curva de aumento do conteúdo de oxigênio na atmosfera de ar do espaço, na falha da fonte de gás inerte, alcança primeiramente uma  
35 concentração limite determinada para o espaço confinado em um intervalo de tempo dado. A concentração limite trata-se particularmente do nível de contra-fogo de

prevenção do espaço confinado.

O nível de contra-fogo de prevenção corresponde a uma concentração de oxigênio na atmosfera de ar do espaço do espaço confinado para a qual é seguro que materiais combustíveis no espaço confinado não podem mais inflamar. Colocado de outra forma, para a solução conhecida a partir do estado da técnica é previsto diminuir a concentração de oxigênio de início tanto quanto que a curva de aumento da concentração de oxigênio alcança o valor limite primeiramente após um determinado intervalo de tempo, sendo que esse determinado intervalo de tempo é suficiente para realizar uma fase de contra-fogo, na qual o conteúdo de oxigênio não ultrapassa um nível de contra-fogo de prevenção e com isso evita-se de forma eficaz uma inflamação ou nova inflamação de materiais combustíveis em espaço confinado.

Através dessa assim chamada "experiência profunda" da concentração de oxigênio, ou seja, através da definição da concentração de oxigênio sob a formação de uma margem de segurança de falha abaixo da concretização de projeto do espaço confinado, pode ser garantido que em caso de falha da fonte de gás inerte, pelo menos para um tempo de operação de emergência, a concentração de oxigênio é mantida abaixo do nível de contra-fogo de prevenção.

O tamanho da margem de segurança de falha, ou seja, a pergunta, em que medida tem que ser diminuída a concentração de oxigênio abaixo da concentração de projeto do espaço confinado, depende especialmente da taxa de intercâmbio de ar. Na técnica de extinção com gás inerte é utilizado particularmente o valor n50 do referido espaço como medida para a hermeticidade ao ar do espaço.

A taxa de intercâmbio de ar n50 resulta do volume da corrente de ar, o qual se ajusta por hora quando uma diferença de pressão de 50 Pa é mantida, dividido pelo volume da construção. Por conseguinte, o espaço confinado apresenta um valor de hermeticidade ao ar mais alto a

medida que a taxa de intercâmbio de ar é menor. Usualmente, o valor n50 como medida para a hermeticidade ao ar de um espaço é medido com um método de medição de diferença de pressão (método Blower-Door).

5 Particularmente para construções ou espaços maiores, a realização de uma série de medições de diferença de pressão para determinar a taxa de intercâmbio de ar n50 é possível muitas vezes com certas dificuldades, uma vez que freqüentemente se verifica que uma diferença de

10 pressão de 50 Pa entre a atmosfera de ar do espaço em espaço confinado e a atmosfera do ar do ambiente fora do espaço confinado não pode ser alcançada. Assim, na realização de uma medição de diferença de pressão, não está excluída a pergunta sobre se muda o estado do espaço

15 confinado durante a medição, particularmente em relação à taxa de intercâmbio de ar. Desta forma é possível pensar, por exemplo, que aberturas originalmente herméticas se tornem não vedadas devido às pressões baixas e altas no espaço necessárias para a realização do método de medição

20 de diferença de pressão. A instrumentação do espaço confinado com objetos ou mercancias (particularmente em caso de um depósito) tem também uma influência na taxa de intercâmbio de ar n50 determinada com a medição de diferença de pressão.

25 Como a taxa de intercâmbio de ar do espaço confinado, quando possível, pode ser medida somente com certas incertezas, é necessário que a margem de segurança de falha segundo o método de inertização mencionado acima seja prevista com uma correspondentemente alta redução de

30 segurança para se adequar às exigências técnicas de segurança. A provisão de uma redução de segurança deste tipo certamente é desvantajosa em consideração aos contínuos custos de operação da instalação de prevenção de incêndio com gás inerte correspondente, já que em

35 princípio, claramente, tem que ser introduzido mais gás inerte no espaço confinado do que realmente é necessário. Sob a base da colocação desse problema, a presente

invenção tem como tarefa prover um método com o qual pode ser possível determinar, de forma precisa e sem grande investimento, a hermeticidade ao ar de um espaço confinado, onde o espaço particularmente para o uso da técnica de extinção de incêndio com gás inerte descrita  
5 precedentemente é apropriado. Particularmente, deve-se oferecer um método com o qual a determinação da atual hermeticidade ao ar do espaço confinado possa ser realizada de um modo efetivo, porém fácil, se necessário,  
10 em qualquer momento, sem que para isso deva ser feita uma série de medições dispendiosas, como é o caso, por exemplo, do princípio de medição de diferença de pressão conhecido da técnica anterior.

Para a solução da anteriormente mencionada tarefa, de acordo com a presente invenção é provido um método para a  
15 determinação da hermeticidade ao ar de espaços confinados, no qual primeiramente uma queda de concentração entre a atmosfera de ar do espaço do espaço confinado e a atmosfera de ar do ambiente é ajustada, a saber, a concentração molar de pelo menos um componente  
20 da atmosfera de ar do espaço, especificamente do oxigênio, é ajustada em um valor que é diferente do valor correspondente da concentração molar de pelo menos um componente na atmosfera de ar do ambiente. Em seguida, de acordo com o método da presente invenção, é determinada  
25 uma taxa de variação de concentração quando é compreendida a variação no tempo da concentração molar da pelo menos um componente, na atmosfera de ar do espaço. Isto pode ser feito, por exemplo, através da medição  
30 repetida da concentração da pelo menos um componente na atmosfera de ar do espaço. Finalmente, de acordo com a invenção, é calculado um valor de hermeticidade ao ar do espaço confinado levando em consideração a taxa de variação da concentração calculada.

35 A solução de acordo com a presente invenção apresenta uma série de vantagens em relação aos métodos conhecidos da técnica anterior. Particularmente, o método de acordo com

a invenção é projetado para determinar a correspondente corrente de fuga relacionada ao volume para o espaço confinado em caso de pressão atmosférica. Portanto, com o método pode ser medida a taxa de infiltração de ar do espaço confinado, o que não é possível por definição com o método da diferença de pressão; com o método de diferença de pressão, a saber, meramente se determina uma corrente de ar relacionada ao volume por meio de uma diferença de pressão de referência, sendo que o resultado dessa medição é utilizado para determinar matematicamente a infiltração de ar.

A vantagem fundamental da solução segundo a invenção está, entretanto, em que o método para determinação da hermeticidade ao ar de espaços confinados pode-se integrar sem grandes esforços construtivos e financeiros em um método de inertização do estado da técnica, conhecido e descrito precedentemente, para a prevenção e extinção de incêndios. Isto acontece particularmente porque com o método de inertização no espaço confinado basicamente tem que ser ajustado um nível de inertização, para o qual o conteúdo de oxigênio na atmosfera de ar do espaço apresente um valor mais baixo em comparação com o conteúdo de oxigênio da atmosfera do ambiente. Assim, com o ajuste de um nível de inertização na atmosfera de ar do espaço do espaço confinado já acontece uma queda de concentração entre a atmosfera de ar do espaço e atmosfera do ambiente. Como usualmente na técnica de extinção de incêndio com gás inerte é medida a concentração de gás inerte no espaço confinado continuamente ou em determinados intervalos de tempo ou eventos, para determinar se o nível de inertização ajustado na atmosfera de ar do espaço está no valor pré-definido, estão dadas as condições técnicas para a determinação de uma taxa de variação de concentração na atmosfera de ar do espaço. Com isto, a solução de acordo com a presente invenção trata-se de um método essencialmente fácil de realizar para a determinação da

hermeticidade ao ar de espaços confinados.

Tem-se ainda uma vantagem relacionada diretamente com todo o mencionado anteriormente: o método de acordo com a presente invenção é particularmente apropriado também para determinar, caso necessário, a hermeticidade ao ar do espaço confinado particularmente em intervalos de tempo curtos. Assim, seria possível pensar, por exemplo, que a hermeticidade ao ar do espaço confinado pode ser realizada ou em tempos pré-determinados (como por exemplo, todo dia, a cada hora, etc.) ou em eventos pré-definidos (como por exemplo, no ajuste de um determinado nível de inertização na atmosfera de ar do espaço do espaço confinado). Como isto basicamente pode ser determinada continuamente a hermeticidade ao ar do espaço confinado. Particularmente, com isso também são compreendidas e levadas em consideração quedas condicionadas pela estação nas construções ou envoltórios. O método se adéqua também para considerar a mudança na hermeticidade ao ar, causada eventualmente pelo vento.

De modo vantajoso, segundo a invenção, o valor da hermeticidade ao ar é calculado considerando a taxa de variação de concentração do oxigênio existente na atmosfera de ar do espaço. Naturalmente seria possível também pensar em determinar o valor de hermeticidade ao ar em dependência da taxa de variação de concentração do gás inerte existente na atmosfera de ar do espaço. Conseqüentemente, o método segundo a invenção se adéqua para uma medição da hermeticidade ao ar do espaço em espaços inertizados por longo tempo, onde a hermeticidade do espaço em relação ao gás inerte contido no espaço é determinada, ou seja, mede-se o quão grande é a taxa de vazão volumétrica do gás inerte, condicionada construtivamente, do espaço confinado. Essa taxa de vazão volumétrica do gás inerte contém também a vazão de queda provocada causada pela difusão do gás inerte do espaço confinado.

Outros desenvolvimentos vantajosos do método de acordo com a presente invenção são dados nas reivindicações anexas.

5 Desta forma, em relação ao registro de uma taxa de variação de concentração é previsto, na realização vantajosa do método de acordo com a invenção, determinar a taxa de variação de concentração durante um período de tempo, dentro do qual não acontece nenhum intercâmbio de ar controlado no espaço confinado. Sob o conceito  
10 utilizado aqui como "intercâmbio de ar controlado" deve-se entender de forma geral um intercâmbio do ar do espaço com o ar do ambiente, o qual é efetuado de modo controlado, por exemplo, através de aparelhos mecânicos, aberturas de portas ou comportas, etc.. Particularmente  
15 em espaços inertizados por longo tempo, para os quais, como prevê o modo moderno de construção, é realizado o revestimento do espaço ou da construção aproximadamente hermético ao ar, não pode acontecer mais um intercâmbio de ar não controlado, de modo que é necessário um  
20 intercâmbio de ar controlado através do projeto das correspondentes instalações de ventilação.

Em contraste com intercâmbio de ar controlado entende-se sob a definição "intercâmbio de ar não controlado" um intercâmbio de ar que acontece de forma não controlada,  
25 para o qual o revestimento do espaço ou construção apresenta, intencional ou não intencionalmente, determinadas fugas. A influência do intercâmbio de ar não controlado sobre a taxa de intercâmbio de ar do espaço é particularmente dependente do clima e do vento e pode ser  
30 determinada com ajuda do método da presente invenção.

De acordo com a concretização preferida, mencionada por último, do método de acordo com a presente invenção, na qual é determinada a taxa de variação de concentração na atmosfera de ar do espaço confinado durante um período de  
35 tempo, dentro do qual não acontece nenhum intercâmbio de ar controlado, seria ainda vantajosamente possível que a etapa do método onde se determina a correspondentemente

taxa de variação de concentração seja realizada depois que uma determinada queda de concentração entre a atmosfera de ar do espaço e a atmosfera do ambiente seja ajustada. Este seria então o caso, por exemplo, quando o

5 espaço confinado, cuja hermeticidade ao ar deseja-se determinar, foi inundado pelo menos parcialmente pelo ajuste de um determinado nível de inertização através da introdução de um gás inerte de uma fonte de gás inerte de uma instalação de prevenção de incêndio com gás inerte.

10 Simultaneamente com o ajuste de um nível de inertização na atmosfera de ar do espaço confinado é ajustada também uma queda de concentração entre a atmosfera de ar do espaço e atmosfera de ar do ambiente. Para determinar a taxa de variação de concentração é meramente necessário

15 agora, segundo outro desenvolvimento preferido, só às vezes suprimir a introdução de mais gás inerte na atmosfera de ar do espaço confinado, para que não possa acontecer nenhum intercâmbio de ar controlado.

Alternativamente à última mencionada possibilidade de

20 concretização do método da presente invenção é ainda possível pensar, que no decorrer da determinação da hermeticidade ao ar do espaço confinado é determinada a taxa de variação de concentração durante um período de tempo, dentro do qual acontece um intercâmbio de ar com

25 taxa de intercâmbio de ar conhecida. Por conseguinte, pode ser determinada também a taxa de variação de concentração simultaneamente com o ajuste da queda de concentração entre a atmosfera de ar do espaço e a atmosfera do ambiente, sempre que seja conhecida a taxa

30 de intercâmbio de ar está disponível para o ajuste da queda de concentração na atmosfera de ar do espaço do espaço confinado.

Por outro lado seria também imaginável, determinar a taxa de variação de concentração enquanto, por exemplo, uma

35 instalação mecânica de ventilação prevista no espaço confinado efetua um intercâmbio de ar. Isto significa ainda que uma taxa de variação de concentração também

pode ser determinada quando, por exemplo, uma porta provida no espaço confinado, a qual separa quando fechada a atmosfera de ar do espaço da atmosfera do ambiente, é aberta e com isso possibilita-se um intercâmbio de ar controlado. Condição para isto é, entretanto, que seja conhecido o valor da taxa de intercâmbio de ar provocado pelo intercâmbio de ar controlado.

Particularmente de preferência, para o intercâmbio de ar deve ser conhecido não só a taxa de intercâmbio de ar mas também a quantidade da pelo menos um componente do suprimento de ar introduzido no espaço confinado com o intercâmbio de ar controlado. Naturalmente, pode ser estimada também correspondentemente a taxa de intercâmbio de ar do intercâmbio de ar controlado e/ou a composição química do suprimento de ar introduzido pelo intercâmbio de ar.

Considerando a determinação da taxa de variação de concentração prefere-se que esta seja determinada através de uma medição de um período de tempo, dentro do qual o conteúdo de oxigênio na atmosfera de ar do espaço aumenta, devido às fugas existentes no envoltório do espaço, de um primeiro pré-determinado conteúdo de oxigênio a um segundo pré-determinado conteúdo de oxigênio. Em uma concretização preferida é previsto que além da medição de tempo se realize também uma medição de concentração de oxigênio no espaço confinado. Isto pode ser realizado, por exemplo, com um dispositivo de medição de oxigênio que funcione com aspiração.

Em relação ao ajuste da queda de concentração entre a atmosfera de ar do espaço e a atmosfera de ar do ambiente é previsto, em uma concretização também preferida do método segundo a invenção, que isso se realize quando na atmosfera de ar do espaço é introduzido um suprimento de ar em modo controlado, sendo que a concentração de oxigênio da pelo menos um componente no suprimento de ar é diferente concretização correspondente valor de concentração de oxigênio da pelo menos um componente na

atmosfera de ar do ambiente. Ademais para isso seria imaginável que a concentração de oxigênio da pelo menos um componente no suprimento de ar apresenta um valor pré-determinado, sendo que para determinar a hermeticidade ac  
5 ar do espaço confinado é calculada a taxa de variação de concentração durante a introdução do suprimento de ar na atmosfera de ar do espaço. Naturalmente outras formas adicionais de concretização são também fundamentalmente imagináveis.

10 Para conseguir que com o método de acordo com a invenção possa ser determinado não somente o valor da hermeticidade ao ar do espaço confinado, mas também o volume de ar atual do espaço é previsto, em uma particularmente concretização preferida do método segundo  
15 a invenção, que para isso primeiramente a porção de pelo menos um componente, particularmente oxigênio, na atmosfera de ar do espaço do espaço confinado seja determinada. Isto pode ser realizado, por exemplo, com um sensor de oxigênio, o qual é arranjado na atmosfera de ar  
20 do espaço, ou também com um sistema que funcione com aspiração para determinar a porção de uma determinada componente na atmosfera de ar do espaço. Depois que foi determinada a porção de, por exemplo, oxigênio na atmosfera de ar do espaço, segundo a invenção é  
25 introduzido um suprimento de ar na atmosfera de ar do espaço em modo controlado, sendo que a concentração de oxigênio da pelo menos um componente do suprimento de ar, particularmente do oxigênio existente no suprimento de ar, é diferente da concentração molar da pelo menos um  
30 componente (oxigênio) na atmosfera de ar do espaço, e sendo que a taxa de vazão volumétrica do suprimento de ar direcionado ao espaço confinado, assim como a concentração molar da pelo menos um componente (Oxigênio) no suprimento de ar é conhecida. Em seguida, é novamente  
35 medida a porção de da pelo menos um componente na atmosfera de ar do espaço confinado. A porção da pelo menos um componente na atmosfera de ar do espaço antes da

introdução do suprimento de ar ao espaço confinado, a porção da determinada componente na atmosfera de ar do espaço depois da introdução do suprimento de ar, a taxa de vazão volumétrica do suprimento de ar introduzido no espaço confinado assim como a concentração molar da determinada componente no suprimento de ar introduzido no espaço confinado são utilizadas subseqüentemente para calcular o volume de ar do espaço no momento da medição. Como não somente a hermeticidade ao ar do espaço, mas também a atmosfera de ar do espaço confinado, particularmente visando um desenho na medida do possível preciso de um método de inertização e particularmente visando um dimensionamento na medida do possível preciso do gás inerte disponível e a ser introduzido, têm-se parâmetros essenciais, com a concretização preferida do método de acordo com a invenção, mencionada por último, é conseguido que os parâmetros essenciais para o projeto da instalação de prevenção de incêndio com gás inerte possam ser determinados a qualquer momento de modo extremamente preciso visando o espaço a ser protegido pela instalação de prevenção de incêndio com gás inerte.

Uma outra vantagem da última concretização mencionada do método de acordo com a presente invenção, o qual é explicado depois, para determinar o volume de ar do espaço, deve ser vista no fato de que a etapa do método de introdução do suprimento de ar na atmosfera de ar do espaço pode ocorrer simultaneamente com a etapa do ajuste de uma queda de concentração entre a atmosfera de ar do espaço e atmosfera de ar do ambiente.

Não precisa de nenhuma implementação mais próxima, que da mesma forma a introdução de um suprimento de ar na atmosfera de ar do espaço pode ser realizada simultaneamente com o ajuste do nível de inertização na atmosfera de ar do espaço confinado. Com isso trata-se neste caso de um método que pode ser integrado sem grandes esforços em um processo de inertização já existente.

A fim de calcular o valor de hermeticidade ao ar considerando a taxa de variação de concentração é previsto de forma vantajosa, que nesse caso seja calculado um valor absoluto de hermeticidade ao ar, e que a partir da taxa de variação de concentração e do volume de ar do espaço é calculada uma vazão de fuga associada à vazão volumétrica e esta é transformada em um valor absoluto de hermeticidade ao ar, ou seja, em um valor de hermeticidade ao ar, o qual relacionado a um valor nulo, para o qual se tem uma hermeticidade ao ar 100%. A transformação da vazão de fuga, associada à vazão volumétrica, calculada no valor absoluto de hermeticidade ao ar é, entretanto, não obrigatoriamente necessária já que a vazão de fuga associada à vazão volumétrica já representa um valor absoluto de hermeticidade ao ar. O volume de ar do espaço utilizado no cálculo do valor absoluto de hermeticidade ao ar, antes de tudo, pode ser medido com a concretização preferida, descrita anteriormente, do método de acordo coma invenção; certamente também é possível pensar que para o cálculo esse volume de ar do espaço pode ser tomado como um valor constate.

Alternativamente, para o cálculo do valor de hermeticidade ao ar descrito anteriormente é, porém, imaginável também, que é calculado um valor relativo de hermeticidade ao ar do espaço confinado, sob consideração da taxa de variação de concentração, e, a saber, a taxa de variação de concentração é comparada com valores pré-determinados, os quais são armazenados em uma tabela correspondente, sendo que o resultado da comparação fornece uma afirmação sobre o aumento e/ou redução da hermeticidade ao ar do espaço. O valor relativo de hermeticidade ao ar baseia-se em um valor de hermeticidade ao ar diferente do valor nulo, como por exemplo, em um valor de hermeticidade ao ar, o qual foi medido antes para o referido espaço, ou em um valor de hermeticidade ao ar definido anteriormente.

Como já observado anteriormente, adéqua-se o método de acordo com a invenção, particularmente, como complementação de um método de inertização, sendo que o valor de hermeticidade ao ar calculado com o método

5 segundo a invenção tem uma influência imediata sobre o método de inertização, particularmente em relação à quantidade de gás inerte já existente. Em particular seria possível pensar que, no cálculo da hermeticidade ao ar do espaço confinado, a queda de concentração entre a

10 atmosfera de ar do espaço e a atmosfera de ar do ambiente é ajustada, quando o conteúdo de oxigênio no espaço confinado é diminuído através da introdução de um gás supressor de oxigênio em um primeiro nível pré-

15 determinado de inertização. Este primeiro nível de inertização pré-definido trata-se, por exemplo, de um nível de concentração de operação ou de um nível de concentração de controle. Certamente é imaginável também que o primeiro nível de inertização pré-definido é o nível de concentração de projeto definido para o espaço

20 confinado ou o nível de concentração limite.

Visando a utilização do método segunda a invenção em uma instalação de prevenção de incêndio com gás inerte é previsto ainda, de modo vantajoso, que depois do cálculo do valor de hermeticidade ao ar para o espaço confinado

25 na atmosfera de ar do espaço confinado é ajustado e mantido o conteúdo de oxigênio com uma dada região de controle em uma concentração de controle abaixo de uma concentração de operação do espaço, sendo que a partir de uma fonte de gás inerte é introduzido no espaço um gás

30 supressor de oxigênio, sendo que a concentração de controle e a concentração de operação são reduzidas sob a formação de uma margem de segurança de falha assim como sob a concentração de projeto pré-definida para a região de proteção, que a curva de aumento do conteúdo de

35 oxigênio alcança, no caso de falha da fonte primária, primeiro uma concentração estimada para a região de proteção em um tempo pré-definido, e sendo que a margem

de segurança de falha é determinada considerando o valor de hermeticidade ao ar válido e antes determinado para o espaço confinado. Com isso é possível uma adaptação o mais precisa possível de um método de inertização ao espaço confinado através da medição apropriada do valor de hermeticidade ao ar do espaço confinado. Particularmente, o valor de hermeticidade ao ar do espaço, o qual é utilizado para o projeto da margem de segurança de falha, pode ser atualizado continuamente ou em tempos pré-determinados ou em eventos, de modo que o método de inertização é projetado com um valor de hermeticidade ao ar do espaço quase livre de erro.

Em um desenvolvimento preferido da última concretização mencionada é previsto que ainda na atmosfera de ar do espaço com ajuda de um detector correspondente se detecte uma característica de incêndio, onde o conteúdo de oxigênio no espaço confinado é reduzido à concentração de controle na detecção do surgimento de um incêndio ou de um incêndio rapidamente, quando o conteúdo de oxigênio estava antes em um nível mais alto. Através dessa outra concretização do método de acordo com a presente invenção, em relação à possível inertização do espaço confinado é agora possível, implementar o método, por exemplo também, em um método de inertização de várias etapas. Assim se faz possível pensar, por exemplo, que o espaço confinado inicialmente para, por exemplo, permitir uma mudança através de pessoas, está em um correspondente nível de inertização mais alto. Esse nível de inertização mais alto pode ser ou a concentração da atmosfera de ar do ambiente (21 Vol-% Oxigênio) ou um primeiro ou nível de inertização básico de por exemplo, 17 Vol-% Oxigênio. Além disso é imaginável que primeiro o nível de oxigênio no espaço confinado abaixe a um nível de inertização básico determinado de, por exemplo, 17 Vol-% e em caso de um incêndio, o conteúdo de oxigênio a um determinado nível completo de inertização é ainda abaixado a uma concentração de controle. Um nível de inertização básico

de 17 Vol.-% de concentração de oxigênio significa nenhum ferimento de pessoas ou animais, de modo que estes podem entrar sem problemas no espaço. O ajuste do nível de inertização completo ou da concentração de controle pode ser arranjado depois da detecção do surgimento de um incêndio, seria imaginável também aqui claro, que esse nível seja ajustado, por exemplo, à noite quando não entram pessoas no referido espaço. Na concentração de controle é reduzida a inflamabilidade de todos os materiais que se encontram no espaço confinado de modo que eles não podem mais se incendiar.

Através da consciente experiência aprofundada, a concentração de oxigênio é alcançada de modo vantajoso, a segurança contra falha do método de inertização se torna maior, uma vez que é garantido que mesmo na falha da fonte de gás inerte há uma proteção contra incêndio suficiente, onde agora, entretanto, não é mais necessário um "sobre-dimensionamento" da margem de segurança contra falha, o que é vantajoso particularmente desde um ponto de vista econômico.

Em uma particularmente preferida realização das últimas mencionadas concretizações, para as quais o método segundo a invenção é utilizado em uma instalação de prevenção de incêndio com gás inerte, a magnitude da região de controle é de aproximadamente 0,5 Vol.-% de conteúdo de oxigênio. Além disto, a região de controle deve estar abaixo da concentração de controle.

Para conseguir que o tamanho ou a capacidade da necessária fonte de gás inerte para o método de inertização possa ser adequado ao espaço confinado é previsto finalmente que o cálculo da quantidade de meio de extinção para a manutenção da concentração de controle no espaço confinado se realize sob a consideração do valor de hermeticidade ao ar determinado para o espaço confinado.

Como a hermeticidade ao ar do espaço confinado pode variar no tempo e depende particularmente de parâmetros

da atmosfera externa, como por exemplo, da velocidade do vento ou da temperatura, é previsto em uma concretização preferida da solução segundo a invenção que o método apresente ademais a etapa do método do controle da fonte de gás inerte em dependência da quantidade atual de meio de extinção calculada. Assim, por exemplo, em dias com vento forte é necessário introduzir o gás inerte com uma taxa máxima de suprimento de ar no espaço confinado, para poder manter a concentração de controle no espaço confinado. Em um caso tal, na concretização preferida do método, é regulada correspondentemente a fonte de gás inerte. Quando se utiliza como fonte de gás inerte um gerador de gás inerte, em dias de vento forte é regulado o compressor do gerador de gás inerte de tal modo que ele produz a pressão máxima. Por outro lado, a necessária taxa de suprimento de ar - gás inerte para a manutenção correta da concentração de controle, por exemplo, em dias de ventos calmos, todavia, quando em comparação com dias de fortes ventos o espaço apresenta uma alta hermeticidade ao ar, é menor que a taxa máxima de suprimento de ar - gás inerte. Com isso, por exemplo, em dias de ventos calmos, o compressor do gerador de gás inerte pode ser ajustado de modo que ele trabalhe em um estado desregulado e em sua saída forneça uma pressão menor como a pressão máxima. Pelo fato da já existente taxa de gás inerte da fonte de gás inerte ser regulada em dependência da quantidade atual calculada de meio de extinção, e com isso em dependência da momentânea hermeticidade ao ar, a fonte de gás inerte tem que disponibilizar por unidade de tempo somente tanto gás inerte quanto é necessário realmente para a manutenção correta da concentração de controle. Quando se usa como fonte de gás inerte um gerador de oxigênio com um compressor e um sistema de membrana a jusante, a pressão gerada pelo compressor pode então ser ajustada na entrada do sistema de membrana em dependência da momentânea hermeticidade ao ar, de modo que a fonte de gás inerte

coloca a disposição somente a quantidade de gás inerte necessária para a manutenção correta da concentração de controle e ao todo trabalha particularmente de modo econômico.

5 Descrição das figuras

A seguir será explicado o método de acordo com a invenção com ajuda das figuras, sendo que:

10 A Figura 1a apresenta a trajetória de inundação em um espaço confinado, para a qual é usada uma primeira concretização preferida do método de acordo com a presente invenção;

A Figura 1b é um fragmento no tempo da trajetória de inundação de gás inerte mostrada na Figura 1a; e

15 A Figura 2 é uma trajetória de inundação de gás inerte em um espaço confinado, para a qual é usada uma segunda concretização preferida do método de acordo com a presente invenção.

A Figura 1a mostra esquematicamente uma trajetória de inundação de gás inerte em um espaço confinado na qual é  
20 usada uma primeira concretização preferida do método de acordo com a invenção para determinar a hermeticidade ao ar do espaço. No eixo das abscissas representa-se o tempo  $t$ , enquanto que o eixo das ordenadas representa a concentração de um componente (vantajosamente a  
25 concentração de oxigênio) na atmosfera de ar do espaço. Nas concretizações preferidas descritas a seguir, essa componente da atmosfera de ar do espaço é a quantidade de oxigênio. A presente invenção não está em nenhum caso limitada a isso; muito mais seria também imaginável: a  
30 componente escolhida da atmosfera de ar do espaço é a porção de gás inerte (nitrogênio) ou, por exemplo, uma porção de gás nobre na atmosfera de ar do espaço.

Na trajetória de inundação mostrada na Figura 1a são mostrados meramente os eventos temporais característicos  
35 durante a trajetória, onde nessa posição é expressamente observado, que particularmente o eixo do tempo parcialmente não está dimensionado segundo uma escala

precisa. Desta forma é válido para o período de tempo  $\Delta T_{\text{fuga}}$ , dentro do qual aumenta continuamente o conteúdo de oxigênio na atmosfera de ar do espaço devido às fugas existentes no invólucro do espaço, que este seja  
5 geralmente claramente menor que o período de tempo  $\Delta T_{\text{suprimento de ar}}$ , dentro do qual a concentração de oxigênio na atmosfera de ar do espaço é novamente restabelecida por meio da reposição do gás inerte (por exemplo, com ar enriquecido com Nitrogênio).

10 Como ilustrado, do momento  $t_0$  até o momento  $t_1$  é definida a concentração molar de oxigênio na atmosfera de ar do espaço em um primeiro valor constante  $K_1$ . Seria possível neste caso, por exemplo, que esse primeiro valor de concentração  $K_1$  corresponda a uma concentração de  
15 oxigênio de 1 Vol.-%, portanto é idêntica à concentração de oxigênio na atmosfera de ar do ambiente. Alternativamente, para isso seria possível também, que o valor de concentração  $K_1$  corresponda a um nível de inertização já ajustado no espaço confinado de menos de  
20 21 Vol.% de oxigênio.

Para poder determinar o valor de hermeticidade ao ar do espaço confinado com o método de acordo com a invenção, segundo a primeira concretização, no período de tempo de  $t_1$  até  $t_2$  é diminuída a concentração de oxigênio na  
25 atmosfera de ar do espaço do valor de concentração inicial  $K_1$  a um segundo valor de concentração  $K_2$ , o qual é menor que o valor de concentração  $K_1$ . A redução da concentração de oxigênio no espaço confinado acontece, por exemplo, por meio da introdução de gás inerte (como  
30 por exemplo,  $N_2$ , Argônio ou  $CO_2$ ) na atmosfera de ar do espaço. A introdução do gás inerte na atmosfera de ar do espaço e a redução da concentração de oxigênio para o nível de inertização  $K_2$ , quando, por exemplo, se utiliza a técnica de extinção com gás inerte no espaço confinado  
35 e o conteúdo de oxigênio é abaixado no espaço confinado como medida de prevenção pode acontecer então, por exemplo, quando o espaço não tem que ser visitado por

5 pessoas. Simultaneamente, com a redução da concentração de oxigênio se ajusta uma queda de concentração entre a atmosfera de ar do espaço e a atmosfera de ar do ambiente, na qual a concentração de oxigênio apresenta o valor  $K_1$  para o exemplo mostrado na Figura 1a.

10 No período de tempo  $t_2$  e  $t_3$  é mantido o nível de inertização  $K_2$  ajustado no espaço confinado através do suprimento controlado de gás inerte e/ou de ar do ambiente (ar externo) com uma eventualmente existente região de controle.

15 No momento  $t_3$  o intercâmbio de ar controlado na atmosfera de ar do espaço é impedido, isto significa particularmente, que nenhum gás inerte e também nenhum suprimento de ar pode ser introduzido de modo controlado no espaço confinado. Devido à fuga existente no espaço confinado acontece um intercâmbio de ar não controlado. A extensão desse intercâmbio de ar não controlado é determinada com ajuda do método segundo a invenção. Devido ao intercâmbio de ar não controlado, pelo menos  
20 uma parte do ar do espaço, o qual apresenta no momento  $t_3$  uma concentração de oxigênio  $K_2$ , é intercambiado de modo não controlado com o ar do ambiente o qual apresenta uma concentração de oxigênio  $K_1$ .

25 Na trajetória de inundação mostrada na Figura 1a reflete-se esse intercâmbio de ar não controlado no fato de que a partir do momento  $t_3$  a concentração de oxigênio na atmosfera de ar do espaço aumenta continuamente.

30 Como segundo a invenção, a variação no tempo do valor da concentração de oxigênio na atmosfera de ar do espaço é registrada com ajuda, por exemplo, de um sensor de oxigênio correspondente, pode-se encontrar uma expressão sobre o intercâmbio de ar acontecendo no espaço confinado e com isso uma expressão sobre a hermeticidade ao ar do espaço confinado. No exemplo da Figura 1a a taxa de  
35 variação de concentração é determinada no período de tempo entre  $t_3$  e  $t_4$ . De modo vantajoso, em esse período de tempo é tomado um grande número de valores de

concentração de oxigênio, de modo que o aumento da trajetória de concentração de oxigênio, na janela de medição entre os momentos de medição  $t_3$  e  $t_4$ , pode ser determinada o mais precisamente possível. O aumento da

5 trajetória da concentração de oxigênio, ou seja, a derivada no tempo da trajetória de concentração de oxigênio corresponde à taxa de variação de concentração a ser determinada na atmosfera de ar do espaço.

Depois que foi determinada a taxa de variação de

10 concentração, aumenta como ilustrado na Figura 1a o valor da concentração de oxigênio continuamente, até que ele alcança novamente o valor  $K_1$ , o qual é idêntico ao valor de concentração de oxigênio na atmosfera de ar do ambiente. Naturalmente, seria possível também que após a

15 conclusão da determinação da taxa de variação de concentração no momento  $t_4$ , a concentração de oxigênio na atmosfera de ar do espaço seja ajustada novamente no nível de inertização  $K_2$  (ou em outro dado nível), o que é necessário, por exemplo, quando o espaço confinado deve

20 ser inertizado por longo tempo para evitar incêndios.

O método, descrito com referência à trajetória de inundação de gás inerte ilustrada na Figura 1a, para determinação da hermeticidade ao ar do espaço confinado é adequado também para determinar, simultaneamente com a

25 determinação da hermeticidade ao ar, o volume de ar do espaço confinado. Para isso é necessário somente que, durante o período de tempo entre  $t_1$  e  $t_2$ , dentro do qual a concentração de oxigênio na atmosfera de ar do espaço é reduzida do primeiro nível  $K_1$  para o segundo nível  $K_2$ ,

30 para com isso ajustar uma queda de concentração entre a atmosfera de ar do espaço e a atmosfera de ar do ambiente, sejam conhecidas a taxa de vazão de volume do gás inerte (por exemplo, nitrogênio) introduzido no espaço confinado e a concentração de oxigênio no gás

35 inerte introduzido. Para isso, oferece-se arranjar um correspondente sensor de vazão volumétrica no conduto de suprimento de ar - gás inerte para medir a taxa de vazão

volumétrica do gás inerte, com a qual é introduzido o gás inerte no espaço confinado no espaço de tempo entre  $t_1$  e  $t_2$ . Naturalmente, seria possível também, uma fonte de gás inerte, com a qual é disponibilizado o gás inerte para  
5 ajustar a queda de concentração entre a atmosfera de ar do espaço e a atmosfera de ar do ambiente, é acionada de forma apropriada fornecendo uma determinada taxa de vazão volumétrica - gás inerte pretendida.

Em relação à concentração de oxigênio no gás inerte, o  
10 qual é introduzido na atmosfera de ar do espaço no período de tempo entre  $t_1$  e  $t_2$ , pode ser previsto de modo similar um correspondente sensor de oxigênio ou gás inerte no conduto de suprimento de ar - gás inerte. Certamente é possível também que a fonte de gás inerte  
15 espontaneamente já disponibilize gás inerte com uma concentração de oxigênio conhecida. Nesse caso pode-se renunciar a um arranjo de sensor correspondente, por exemplo, no conduto de suprimento de ar - gás inerte.

Para poder agora determinar o volume de ar do espaço do  
20 espaço confinado com auxílio da trajetória de inundação de gás inerte representada na Figura 1a, é necessário que primeiramente seja determinada a porção de oxigênio na atmosfera de ar do espaço do espaço confinado. Isto acontece de modo vantajoso no momento  $t_1$ , apesar de que  
25 seria possível também que a porção de oxigênio na atmosfera de ar do espaço seja determinada em um momento tardio como no momento  $t_1$ . Esse momento tardio deveria ser, porém, antes do momento  $t_2$ , no qual a concentração de oxigênio na atmosfera de ar do espaço (com exceção de  
30 uma certa região de controle) é ajustada no nível de inertização  $K_2$ .

Depois que uma quantidade conhecida de gás inerte foi introduzida na atmosfera de ar do espaço, é determinada  
35 novamente a porção de oxigênio em toda a atmosfera de ar do espaço do espaço confinado. Como neste caso é necessário registrar a porção média de oxigênio na atmosfera de ar do espaço, é indicado como princípio

técnico para determinar a porção de oxigênio na atmosfera de ar do espaço, particularmente, um sistema de medição com princípio de trabalho por aspiração, com o qual é extraída uma amostra representativa de ar da atmosfera de ar do espaço e conduzida a um sensor de oxigênio. Por outro lado, seria possível também, em posições diferentes dentro do espaço prever sensores correspondentes, sendo que depois dos respectivos sinais dos sensores se faz uma média, e para com isso registrar uma expressão o mais precisa possível sobre a porção média de oxigênio na atmosfera de ar do espaço.

Como já observado, a nova determinação da porção de oxigênio na atmosfera de ar do espaço acontece depois que o gás inerte foi introduzido de modo controlado no espaço confinado. Para isso indica-se o momento  $t_2$ , uma vez que esse momento  $t_2$  está relativamente perto do momento  $t_1$ , ou seja, está no momento da primeira medição da porção de oxigênio na atmosfera de ar do espaço, de modo que o resultado de medição é influenciado na medida do possível pouco pelo intercâmbio de ar do espaço confinado.

Finalmente, em um controle apropriado, com o qual também o método para determinar a hermeticidade ao ar do espaço confinado é controlado e particularmente o valor da hermeticidade ao ar sob consideração da taxa de variação de concentração registrada é calculado, pode ser calculado o volume de ar do espaço e, a saber, sob consideração da porção de oxigênio na atmosfera de ar do espaço determinada no momento  $t_1$ , sob consideração da porção de oxigênio na atmosfera de ar do espaço determinada no momento  $t_2$  assim como sob consideração da quantidade de gás inerte ou de oxigênio introduzida na atmosfera de ar do espaço no período de tempo entre  $t_1$  e  $t_2$ .

Portanto, com auxílio da trajetória de inundação - gás inerte ilustrada exemplificativamente na Figura 1a é possível determinar tanto a hermeticidade ao ar como também o volume de ar do espaço do espaço confinado.

Ambos os métodos, particularmente, podem ser realizados simultaneamente. Como para a realização do método descrito é adequada uma trajetória de inundação de gás inerte em um espaço confinado, em um método de inertização, para o qual a concentração de oxigênio em um espaço a ser protegido em comparação com a concentração de oxigênio no ar do ambiente é diminuída a um nível de inertização reduzido, pode colocar-se a disposição a necessária trajetória de inundação de gás inerte na atmosfera de ar do espaço.

Certamente a presente invenção, entretanto, não é limitada à concentração de oxigênio ou de gás inerte da atmosfera de ar do espaço. Ademais o método se adequa a qualquer (gasosa) componente na atmosfera de ar do espaço.

Na Figura 1b é mostrada a janela indicada com linhas tracejadas na figura 1a em uma representação esquemática ampliada. Particularmente é representado aqui o trecho de tempo da trajetória de inundação representada na Figura 1a, no qual a concentração de oxigênio no espaço confinado alcança no momento  $t_2$  o valor de concentração  $K_2$ . Como ilustrado, depois de alcançar o valor de concentração  $K_2$ , o conteúdo de oxigênio no espaço confinado é mantido com uma região de controle de 0,4 Vol.-% de oxigênio abaixo do nível de concentração  $K_2$ . Isto acontece preferivelmente, determinando-se na atmosfera de ar do espaço, continuamente ou em intervalos de tempo regulares, o conteúdo de oxigênio e se necessário, introduzindo gás inerte de modo controlado. Separadamente é previsto ao mesmo tempo, que após alcançar o nível de concentração  $K_2$ , o conteúdo de oxigênio continue sendo reduzido ao limite inferior da região de controle ( $K_2 - 0,4$  Vol.-% de oxigênio) através da continua introdução de gás inerte.

Como mostrado na Figura 1b, a trajetória de inundação alcança o limite inferior da região de controle no momento  $t_{2.1}$ . Em seguida, é parado o suprimento de gás

inerte no espaço confinado durante o período de tempo  $\Delta T_{\text{fuga}}$ , de modo que durante esse período de tempo não acontece nenhum intercâmbio de ar. Dentro do período de tempo  $\Delta T_{\text{fuga}}$  aumenta o conteúdo de oxigênio na atmosfera de ar do espaço continuamente devido às fugas existentes no invólucro do espaço, até que ele finalmente alcança o limite superior da região de controle no momento t2.2. Na concretização mostrada na Figura 1b, o limite superior da região de controle é idêntico ao nível de concentração K2; seria possível também que o limite superior da região de controle esteja abaixo ou acima de K2.

No momento t2.2 é introduzido novamente gás inerte no espaço confinado e, a saber, até que a concentração de oxigênio na atmosfera de ar do espaço alcança novamente o limite inferior da região de controle no momento t2.3.

Como no trecho da trajetória de inundação representado na Figura 1b, no período de tempo  $\Delta T_{\text{suprimento}}$  entre os momentos t2 e t2.1 (ou t2.2 e t2.3, etc.) pode ser ajustada uma queda de concentração entre a atmosfera de ar do espaço do espaço confinado e a atmosfera de ar do ambiente e no período de tempo  $\Delta T_{\text{fuga}}$  entre os momentos t2.1 e t2.2 (ou t2.3 e t2.4, etc.) pode ser determinada uma taxa de variação de concentração, o método de acordo com a invenção se adéqua também para uma determinação da hermeticidade ao ar do espaço, quando no espaço confinado é ajustado um certo nível de inertização e ali mantido com uma certa região de controle. Particularmente, é necessário para isso, meramente, que por um lado seja medido o período de tempo  $\Delta T_{\text{fuga}}$ , dentro do qual é parado o suprimento de gás inerte no espaço confinado, e por outro lado que seja conhecida a magnitude da região de controle. Na concretização mostrada na Figura 1b, a magnitude da região de controle é de 0,4 Vol.-% oxigênio; este é um valor preferido para manter a concentração de oxigênio em um determinado nível de inertização pela instalação de prevenção de incêndio com gás inerte. Porém, a invenção não está restrita a esse valor.

Particularmente é preferido, no tempo dentro do qual é mantida a concentração de oxigênio da atmosfera de ar do espaço, com uma determinada região de controle, em um nível de inertização, ou seja, por exemplo, no período de tempo entre o momento  $t_2$  e  $t_3$  (comparar com a Figura 1, é realizado um grande número de medições da hermeticidade ao ar do espaço, para assim, finalmente, através da formação do valor médio, etc. poder determinar um valor, na medida do possível, preciso da hermeticidade ao ar.

10 A Figura 2 mostra uma trajetória de inundação de gás inerte em um espaço confinado, para a qual é utilizada uma segunda concretização preferida do método de acordo com a invenção para determinar a hermeticidade ao ar do espaço. De forma similar à concretização mostrada na Figura 1, a concentração de oxigênio na atmosfera de ar do espaço é ajustada no período de tempo entre  $t_0$  e  $t_1$  em um nível de concentração  $K_1$ . No momento  $t_2$  é reduzida a concentração de oxigênio por meio da introdução de gás inerte no espaço confinado, até que ela alcança no momento  $t_2$  o valor de concentração  $K_2$ .

Diferente da primeira concretização descrita, em relação à Figura 1, do método de acordo com a invenção, na segunda concretização segundo a Figura 2 é previsto que a hermeticidade ao ar do espaço confinado seja determinada no intervalo de tempo entre  $t_1$  e  $t_2$ , ou seja, em um período de tempo dentro do qual acontece um intercâmbio de ar controlado devido à introdução de gás inerte. Para isso é necessário conhecer a taxa de intercâmbio de ar do intercâmbio de ar controlado. Colocado de outra forma isto significa que, a taxa de vazão volumétrica de gás inerte do gás inerte entregue no espaço confinado tem que ser conhecida. Como já observado em relação com a determinação do volume de ar do espaço, para isso é possível, por exemplo, ter no sistema de alimentação um correspondente sensor de vazão volumétrica.

35 Para o método descrito com referência à trajetória de inundação mostrada na Figura 2, é determinada,

respectivamente, nos momentos  $t_3$  e  $t_4$ , os quais estão na janela de tempo entre  $t_1$  e  $t_2$ , a concentração de oxigênio na atmosfera de ar do espaço. Como, entretanto, uma taxa de variação de concentração, a qual é calculada somente na base desses valores de medição, reflete tanto a taxa de intercâmbio de ar controlada provocada pela introdução de gás inerte, quanto a taxa de intercâmbio de ar não controlada causada pelas fugas na construção ou no invólucro do espaço, é necessário conhecer a parte da taxa de intercâmbio de ar controlada para com isso poder determinar a taxa de variação de concentração causada pelo intercâmbio de ar não controlado. Como observado anteriormente, a taxa de vazão volumétrica de gás inerte introduzido no espaço confinado é, entretanto conhecida, de modo que pode ser determinada, de forma fácil, a taxa de variação de concentração provocada pelo intercâmbio de ar não controlado e assim o valor de hermeticidade ao ar do espaço pode ser determinado sob consideração dessa taxa de variação de concentração.

### REIVINDICAÇÕES

1. Método para determinação da hermeticidade ao ar de espaços confinados, caracterizado pelo fato de ter as seguintes etapas:

- 5 a) Ajustar uma queda de concentração entre a atmosfera de ar interno de um espaço confinado e a atmosfera de ar circundante do referido espaço confinado pelo ajuste da concentração molar de pelo menos um componente  
10 constituinte, particularmente de oxigênio, contido na atmosfera de ar interno do referido espaço confinado em um valor que é diferente do valor correspondente da concentração molar do correspondente componente constituinte contido na atmosfera do ar circundante do referido espaço confinado;
- 15 b) Determinar uma taxa de variação de concentração pela medida da atmosfera de ar interno do espaço confinado, a variação relacionada ao tempo da concentração molar de pelo menos um componente constituinte contido na atmosfera de ar interno do espaço confinado; e
- 20 c) Calcular um valor de hermeticidade ao ar do espaço confinado levando em consideração a taxa de variação de concentração determinada previamente.

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de na etapa b) do método, a taxa de variação de  
25 concentração ser determinada durante um intervalo de tempo, dentro no qual nenhum intercâmbio de ar controlado acontece no espaço confinado.

3. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de na etapa b) do método, a taxa de variação de  
30 concentração ser determinada durante um intervalo de tempo dentro do qual um intercâmbio de ar controlado em uma taxa de intercâmbio de ar conhecido acontece no espaço confinado, e onde na etapa c) do método, o valor de hermeticidade do ar do espaço confinado ser calculado  
35 levando-se em conta a taxa de variação de concentração e a taxa de intercâmbio de ar do intercâmbio de ar controlado.

4. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 3, caracterizado pelo fato da taxa de variação de concentração ser determinada através da medição de um período de tempo ( $\Delta T_{\text{fuga}}$ ), dentro do qual devido a fuga no ambiente fechado do espaço confinado a concentração de oxigênio na atmosfera de ar interno do espaço confinado, aumentar continuamente a partir de um primeiro valor de concentração de oxigênio definível para um segundo valor de concentração de oxigênio definível.
5. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 4, caracterizado pelo fato de na etapa a) do método, a queda de concentração entre a atmosfera do ar interno do espaço confinado e a atmosfera de ar circundante do espaço é ajustada por uma injeção controlada de suprimento de ar dentro da atmosfera de ar interno do espaço confinado onde, onde a concentração molar de pelo menos um componente constituinte contido no suprimento de ar injetado dentro da atmosfera de ar interno do espaço confinado ser diferente do valor daquela concentração molar de pelo menos um componente constituinte correspondente contido na atmosfera de ar circundante do espaço confinado.
6. Método, de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato da concentração molar de pelo menos um constituinte contido no suprimento de ar injetado dentro da atmosfera de ar interno do espaço confinado, apresentar um valor pré-selecionado, e sendo que na etapa b) do método, a taxa de variação de concentração ser determinada durante a injeção do suprimento de ar dentro da atmosfera de ar interno do espaço confinado.
7. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 6, designado adicionalmente para determinar um volume de ar interno contido no espaço confinado, dito método caracterizado pelo fato de apresentar as seguintes etapas:
- d) Determinar a porcentagem de pelo menos um componente constituinte, particularmente oxigênio, contido na

atmosfera de ar interno do espaço confinado;

e) Injetar, de uma maneira controlada, um suprimento de ar dentro da atmosfera de ar interno do espaço confinado, a concentração molar de pelo menos um componente  
5 constituinte contido no suprimento de ar diferindo daquela concentração molar de pelo menos um componente constituinte contido na atmosfera de ar interno do espaço confinado sendo que a taxa de vazão volumétrica do suprimento de ar injetado dentro da atmosfera de ar  
10 interno do espaço confinado e a concentração molar de pelo menos um componente constituinte contido no suprimento de ar injetado dentro da atmosfera de ar interno do espaço confinado serem conhecidas;

f) Determinar novamente a porcentagem de pelo menos um  
15 componente constituinte contido na atmosfera de ar interno do espaço confinado; e

g) Calcular o volume de ar interno do espaço confinado, levando em consideração as porcentagens de pelo menos um componente constituinte contido na atmosfera de ar  
20 interno do espaço confinado como determinado nas etapas do método d) e f), a taxa de vazão volumétrica do suprimento de ar injetado na etapa e) do método dentro da atmosfera de ar interno do espaço confinado, bem como a concentração molar de pelo menos um componente  
25 constituinte contido no suprimento de ar injetado dentro da atmosfera de ar interno do espaço confinado.

8. Método, de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de as etapas e) e a) do método serem realizadas simultaneamente.

30 9. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 ou 8, caracterizado pelo fato na etapa c) do método, um valor absoluto de hermeticidade ao ar ser computado pelo cálculo da taxa de variação de concentração e do volume de ar interno do espaço confinado de taxa de vazão  
35 de fuga condicionada ao volume e pela conversão desta última em um valor absoluto de hermeticidade ao ar.

10. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações

de 1 a 8, caracterizado pelo fato de na etapa b) do método, um valor relativo de hermeticidade ao ar, ser calculado através da comparação da taxa de variação da concentração com valores da taxa de variação da  
5 concentração pré-definidos, sendo que o resultado desta comparação indica se existe ou não um aumento ou uma redução relacionado a hermeticidade ao ar no espaço confinado.

11. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações  
10 de 1 a 10, caracterizado pelo fato de na etapa a) do método, a queda da concentração entre a atmosfera de ar circundante do espaço fechado ser ajustada pela redução da concentração de oxigênio no espaço confinado para um primeiro nível de inertização pré-definido, a  
15 concentração do oxigênio sendo reduzida por injeção de um gás supressor de oxigênio dentro da atmosfera de ar interno dentro do espaço confinado.

12. Método, de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de incluir adicionalmente após a  
20 etapa c) do método, as seguintes etapas:

c1) Ajustar e, com uma variação de controle definível, manter a concentração de oxigênio na atmosfera de ar interno do espaço confinado, em uma concentração controle abaixo de uma concentração de operação do espaço  
25 confinado, por injeção de gás supressor de oxigênio, a partir de uma fonte de gás inerte dentro do espaço confinado, onde a concentração controle e a concentração de operação, incluindo uma margem de falha de segurança, são reduzidas abaixo de uma concentração designada  
30 específica para o espaço confinado, de modo que, a concentração de oxigênio sob falha da fonte de gás inerte não aumentará para alcançar um valor de concentração mínimo, para a ser estabelecido para o espaço confinado, até um ponto pré-determinado específico no tempo,  
35 enquanto dimensiona a margem de falha de segurança levando em consideração o valor de hermeticidade ao ar estabelecido para o espaço confinado.

13. Método, de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo fato de incluir adicionalmente uma etapa subsequente a etapa c1) do método:
- 5 c2) Monitorar ainda, a atmosfera de ar interno do espaço confinado quando a característica indicativa de incêndio, por meio de um sensor que serve para detectar a referida característica indicativa de incêndio, segundo o qual sob a detecção de um incêndio, em desenvolvimento ou existente, reduz rapidamente a concentração de oxigênio
- 10 no espaço confinado para uma concentração controle, se aquele conteúdo de oxigênio estava anteriormente em um nível superior.
14. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 12 ou 13, caracterizado pelo fato de a magnitude da
- 15 variação de controle representar um conteúdo de oxigênio de aproximadamente 0,4% em volume, e de a variação controle estar sempre abaixo da concentração de controle.
15. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 12 a 14, caracterizado pelo fato de incluir
- 20 adicionalmente a etapa do método para calcular a quantidade de um gás de supressão de oxigênio para manter a concentração de controle no espaço confinado, levando em consideração a hermeticidade ao ar determinada no espaço confinado.
- 25 16. Método, de acordo com a reivindicação 15, caracterizado pelo fato de incluir adicionalmente a etapa do método para regular a fonte de gás inerte como uma função da quantidade calculada atual do gás de supressão de oxigênio.

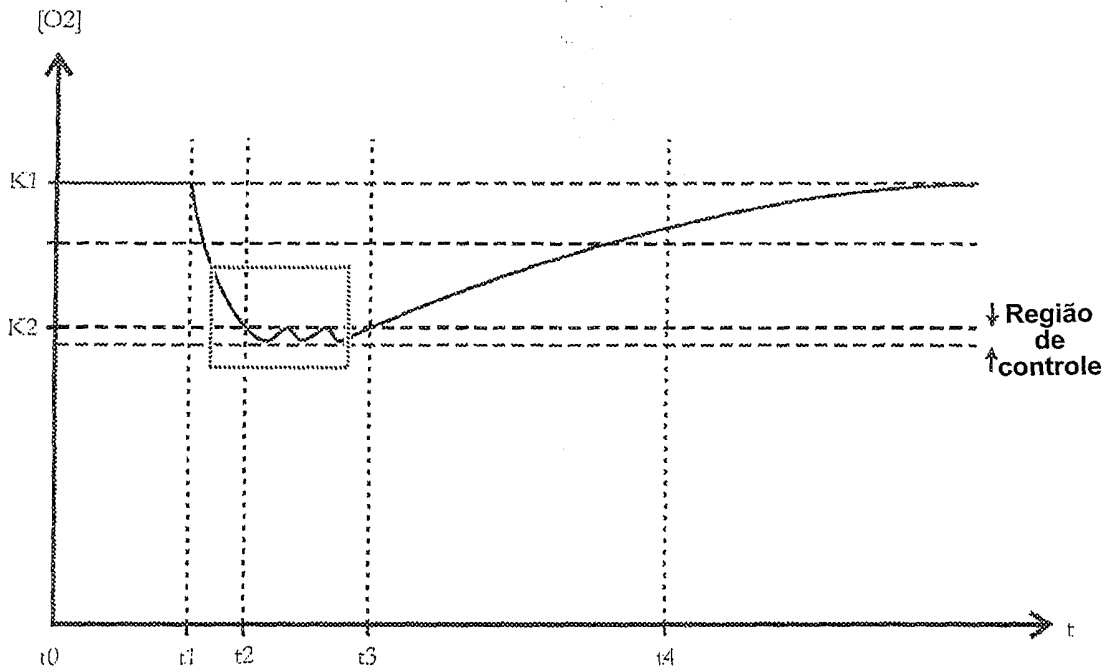


FIG.1a

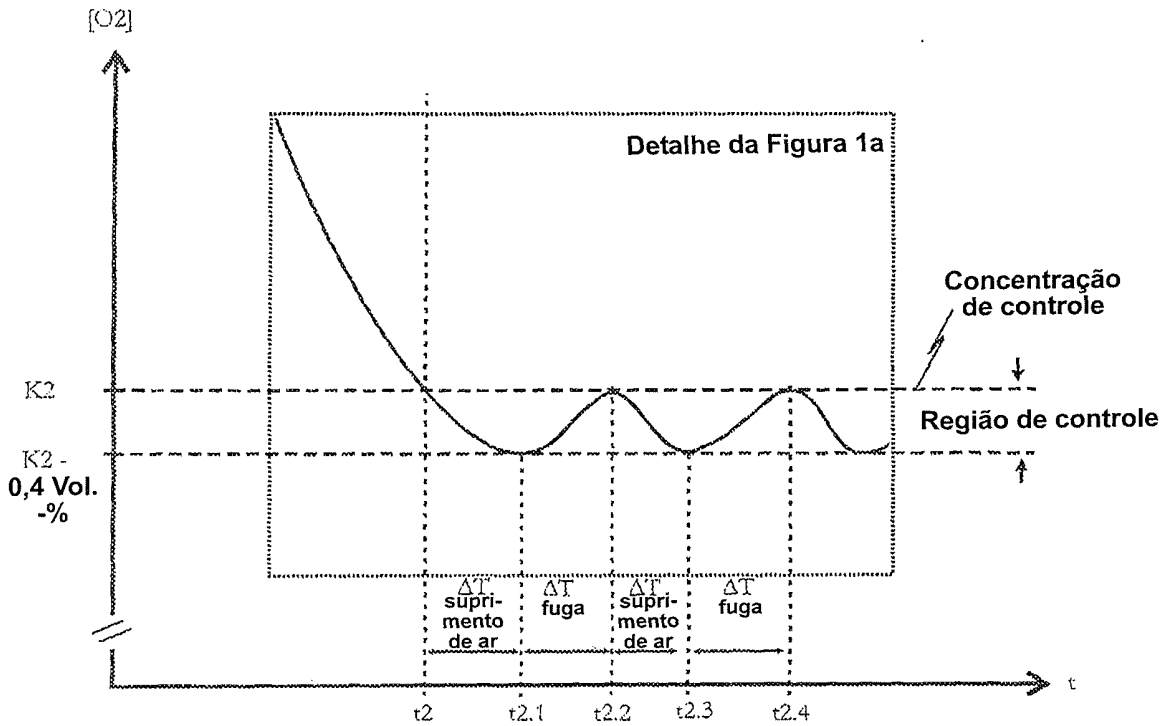


FIG.1b

2/2

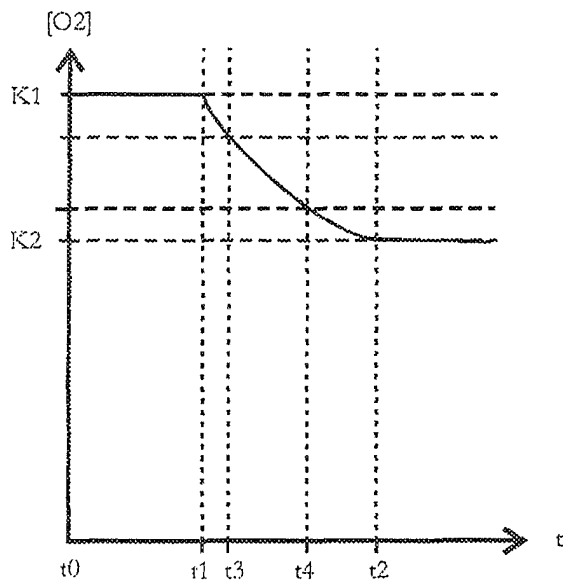


FIG.2