

MARINHA DO BRASIL
CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE GRAÇA ARANHA
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO PARA OFICIAL DE MÁQUINAS - APMA.1/2017

ADRIANA DUDA SILVA LIMA

**GÁS INERTE - SISTEMA DE PREVENÇÃO CONTRA EXPLOSÕES E INCÊNDIOS
EM NAVIOS TANQUES**

RIO DE JANEIRO
2017

ADRIANA DUDA SILVA LIMA

**GÁS INERTE - SISTEMA DE PREVENÇÃO CONTRA EXPLOSÕES E INCÊNDIOS
EM NAVIOS TANQUES**

Artigo apresentado ao Curso de Aperfeiçoamento para Oficiais de Máquinas do Centro de Instrução Almirante Graça Aranha como parte dos requisitos para obtenção de Certificado de Competência Regra III/2 de acordo com a Convenção STCW 78 Emendada.

Data da Aprovação: ____/____/____

Orientador: **Clóvis** Ferreira

Oficial Superior de Máquinas

Assinatura do Orientador

NOTA FINAL: _____

GÁS INERTE - SISTEMA DE PREVENÇÃO CONTRA EXPLOSÕES E INCÊNDIOS EM NAVIOS TANQUES

RESUMO

O sistema de gás inerte visa, com a diminuição do nível de oxigênio dentro dos tanques, evitar incêndios e explosões. Este artigo aborda de uma maneira concisa o uso dos geradores de gás inerte a bordo dos navios tanques, que transportam cargas que tendem a desprender gases hidrocarbonetos presentes em sua composição química, para fim de segurança, evitando a explosão dos tanques de carga, assim como uma explicação mais clara do porquê da exigência atual, pela Convenção SOLAS sobre a presença do gás inerte, lembrando através da história alguns graves acidentes com explosões em navios tanques com perdas da vida humana e poluição marinha, a composição e características do gás inerte, os limites de inflamabilidade dos hidrocarbonetos e como se dá a produção do gás inerte e seu uso a bordo dos navios Petroleiros, Gaseiros e Químicos.

Palavras-chave: Gás Inerte. Navio Tanque. Hidrocarbonetos. Explosão.

INTRODUÇÃO

Os vapores de hidrocarbonetos normalmente carregados em navios tanque não inflamam em atmosferas com concentração inferior a aproximadamente 11%. Logo, um tanque é protegido do risco de explosão mantendo a sua atmosfera com uma concentração de oxigênio inferior a tal porcentagem. Para conseguir e manter essa concentração de oxigênio nos limites inferiores desejados é necessário que se tenha a bordo gás inerte armazenado ou uma instalação de produção. Quando um gás inerte é adicionado a uma mistura de ar e hidrocarbonetos provoca um aumento da concentração correspondente ao limite inferior de inflamabilidade e a uma diminuição da concentração do limite superior de inflamabilidade, mantendo assim a atmosfera fora do risco de uma possível explosão no tanque de carga.

Devido a acidentes fatais ocorridos em tempos passados, ações de medidas preventivas foram estabelecidas pela IMO na Convenção SOLAS Capítulo II-2, onde diz que em navios tanque com 20.000 ou mais de tonelagem de porte bruto (TPB)

possuam um sistema fixo de gás inerte para proteção de suas cargas. Este sistema tem que ser capaz de produzir gás inerte igual a 125% da capacidade das suas bombas de descarga.

A produção do gás inerte pode ser através de uma planta separada de gás inerte ou pelo aproveitamento dos gases de combustão produzidos em caldeiras.

É muito importante o tripulante estar ciente da disponibilidade e condições do sistema de gás inerte a bordo do navio que está embarcado. Apesar do objetivo do sistema ser a prevenção contra explosões e incêndio, o gás inerte, contém vestígios de vários gases tóxicos, que podem aumentar os perigos para as pessoas que a eles se expõem.

1 HISTÓRICO DE ACIDENTES

Neste capítulo será apresentado um breve histórico sobre acidentes com perdas da vida humana no mar, causadas por explosões em navios tanques numa época em que não era obrigatório o uso de um sistema de prevenção contra incêndios chamado de Sistema de Gás Inerte - SGI.

1.1 Explosões em navios tanques

O histórico de explosões e incêndios em navios tanques era assustador. No ano de 1969, 3 novos VLCC sofrem grandes explosões em seus tanques de carga, um deles foi o Navio Shell Marpressa. As três explosões ocorreram de modo parecido, pois os três navios estavam no processo de lavagem dos tanques. Naqueles tempos essa operação era realizada por um sistema fixo em que a água do mar era borrifada em alta pressão nas anteparas dos tanques, retirando todos os resíduos de óleo bruto. Empresas, como a Shell, preocupadas com o grande número de acidentes nos seus navios, envolvendo principalmente a perda da vida humana no mar, realizaram estudos e chegaram a conclusão de que no processo de lavagem, os jatos de água salgada nas anteparas dos tanques criam altas cargas de eletricidade estática, surgindo centelhas num ambiente rico em vapores de hidrocarbonetos, tendo assim uma mistura ideal para o triângulo do fogo, surgindo uma grande explosão devido ao ambiente fechado.

Em 1979, uma nova explosão, envolvendo um navio tanque ocorreu no píer offshore em Bantry Bay na África do Sul. Após uma hora e meia do início da operação de descarregamento de óleo leve, ocorreu uma grande explosão, seguida de várias outras grandes explosões. Todo o píer foi tomado pelas chamas, dificultando a aproximação das brigadas de incêndio. Este navio possuía vários vazamentos em seus tanques de carga. Estes constantes vazamentos para os tanques de lastro segregados, que não possuíam sequer pintura interna, ocasionaram uma mistura ideal para que gases se acumulassem nestes tanques, fazendo com que uma pequena centelha gerasse a grande explosão.

A solução encontrada para diminuir esses acidentes foi o uso do gás inerte no interior do tanque. Mesmo hoje em dia, onde nos processos de lavagem de tanques não se usa mais a água do mar e sim o próprio óleo residual - COW-crude oil wash, os tanques precisam estar inertizados, evitando qualquer risco de explosão. Assim segue também nas operações de descargas dos petroleiros, onde os espaços vazios dentro dos tanques devem ser preenchidos totalmente com gás inerte, evitando uma possível atmosfera completa de gases explosivos.

Apesar do conhecimento do gás inerte, ao longo dos anos muitas vidas ainda foram perdidas em grandes explosões, pois foi somente em 1985 que a IMO passou a exigir o sistema de gás inerte em todos os navios tanques acima de 20.000 toneladas, e nos navios de produtos claros acima das 40.000 toneladas.

2 COMPOSIÇÃO DO GÁS INERTE

2.1 Conceito

O termo inertização se refere ao processo de transformar um ambiente fechado em um ambiente não explosivo pela introdução de gases compatíveis, os quais podem ser armazenados no navio em cilindros, produzidos a bordo ou ainda fornecidos de terra.

O gás inerte é usado principalmente para controlar as atmosferas dos tanques de carga de modo a prevenir a formação de misturas inflamáveis. Apesar de ser uma solução contra explosões e incêndios a bordo dos navios, o gás inerte também

oferece risco sendo considerado um gás perigoso à vida do ser humano devido ao seu baixo teor de oxigênio.

A bordo a produção do gás inerte é obtida através de combustão do óleo combustível, geralmente é o óleo diesel ou através de uma planta de produção de nitrogênio, muito usado em navios gaseiros. Na Tabela 1 pode-se verificar os componentes principais do gás inerte de acordo com a composição de cada tipo de gás inerte produzido.

Tabela 1 Composição do Gás Inerte e método de produção

(A) Componente	(B) Gás inerte por combustão estequiométrica (por cálculo)	(C) Nitrogênio por destilação fracionada ou por absorção oscilante de pressão (psa)
Nitrogênio (N ₂)	85%	99,9%
Dióxido de Carbono (CO ₂)	14%	1 ppm
Monóxido de Carbono (CO)	0,2%	1 ppm
Oxigênio (O)	0,3%	4 ppm
Dióxido de Enxofre (SO ₂)	<10%	---
Óxido de Nitrogênio (NO _x)	3 ppm	---
Vapor d'água (H ₂ O)	Presente	5 ppm
Cinza e Fuligem	Presente	---
Ponto de Condensação	-50 °C	< -70 °C
Densidade (ar = 1)	1,035	0,967

Fonte: file:///D:/ESOG/APOSTILA_ESOG_UNIDADE_I.pdf

O teor de monóxido de carbono no gás inerte é, em torno de 0,2% em volume, mas se o ar em excesso for reduzido demais, visando diminuir o teor de O₂, a concentração de CO pode aumentar de forma significativa. O monóxido de carbono é nocivo à saúde. O teor de dióxido de enxofre do gás inerte depende do óleo que está sendo usado e pode ser, de forma típica, de aproximadamente 0,03% em volume, no gás de descarga. Dependendo da eficiência do depurador, este valor pode ser reduzido para 0,005% em volume, o que é de grande importância para a redução da corrosão. O dióxido de enxofre é nocivo à saúde. O teor de fuligem do gás de descarga pode ser de até 300 mg/m³, porém depois da passagem pelo depurador, este teor é geralmente reduzido para um valor menor do que 30 mg/m³.

O teor de vapor d'água no gás de descarga é em torno de 5% em volume, em consequência de que na reação química entre hidrocarbonetos e oxigênio, há formação tanto de gás carbônico quanto de vapor d'água.

2.2 Características do Gás Inerte

Um gás inerte é um gás que geralmente não reage com outras substâncias em condições normais de temperatura e pressão – CNTP. O termo inerte significa não reativo. Se referem a gases como sendo quimicamente inertes se seus átomos não combinam com outros átomos em reações químicas.

2.2.1 Gás Nitrogênio (N₂)

O nitrogênio é o gás presente em maior quantidade no ar atmosférico. É bastante utilizado na inertização de sistemas, formando uma atmosfera protetora para evitar reações de substâncias. O nitrogênio é capaz de deslocar gases inflamáveis, sendo, por isso, usado em extintores de incêndio para conter a combustão. Em sua forma gasosa e pressurizada, o gás é utilizado no transporte de substâncias altamente explosivas, como nos casos de navios gaseiros que transportam GLP – Gases Liquefeitos do Petróleo e GLN – Gases Liquefeitos Naturais.

Também se utiliza o gás nitrogênio em operações de secagem, quando ocorrem reações indesejadas. É aplicado, ainda, no processo de retirada de oxigênio de líquidos, evitando a contaminação dos mesmos por oxidação ou corrosão.

2.2.2 Dióxido de Carbono (CO₂)

O dióxido de carbono, mais conhecido como gás carbônico, é um gás incolor, inodoro, solúvel em água e não inflamável. Graças à sua propriedade inerte, o dióxido de carbono é largamente utilizado em extintores de incêndio para isolar o oxigênio do combustível, na inertização de tubulações para transferência de substâncias inflamáveis, como também na conservação de alimentos embalados.

É um produto derivado da reação de diferentes processos, tais como: a combustão do carvão e dos hidrocarbonetos, a fermentação dos líquidos e a

respiração dos seres humanos e dos animais. Também se encontra em fraca concentração na atmosfera terrestre.

2.2.3 Gases Nobres

Os gases nobres são chamados de gases raros, constituídos por átomos isolados uns dos outros. A principal propriedade química desses gases é a alta estabilidade, ou seja, pouca tendência de reagir entre si ou com outros elementos químicos.

Devido a esta característica, os gases nobres apresentam várias aplicações como por exemplo a utilização do Argônio na conservação de peças de museus e em lâmpadas incandescentes, para evitar a corrosão do filamento de tungstênio. Além disso, o argônio também é usado em soldagem, para evitar a oxidação da solda.

Outro exemplo é o gás nobre Hélio, que misturado com o oxigênio é usado em mergulhos de grandes profundidades, reduzindo o tempo de descompressão. Esse gás também é utilizado em dirigíveis, balões meteorológicos e de publicidade.

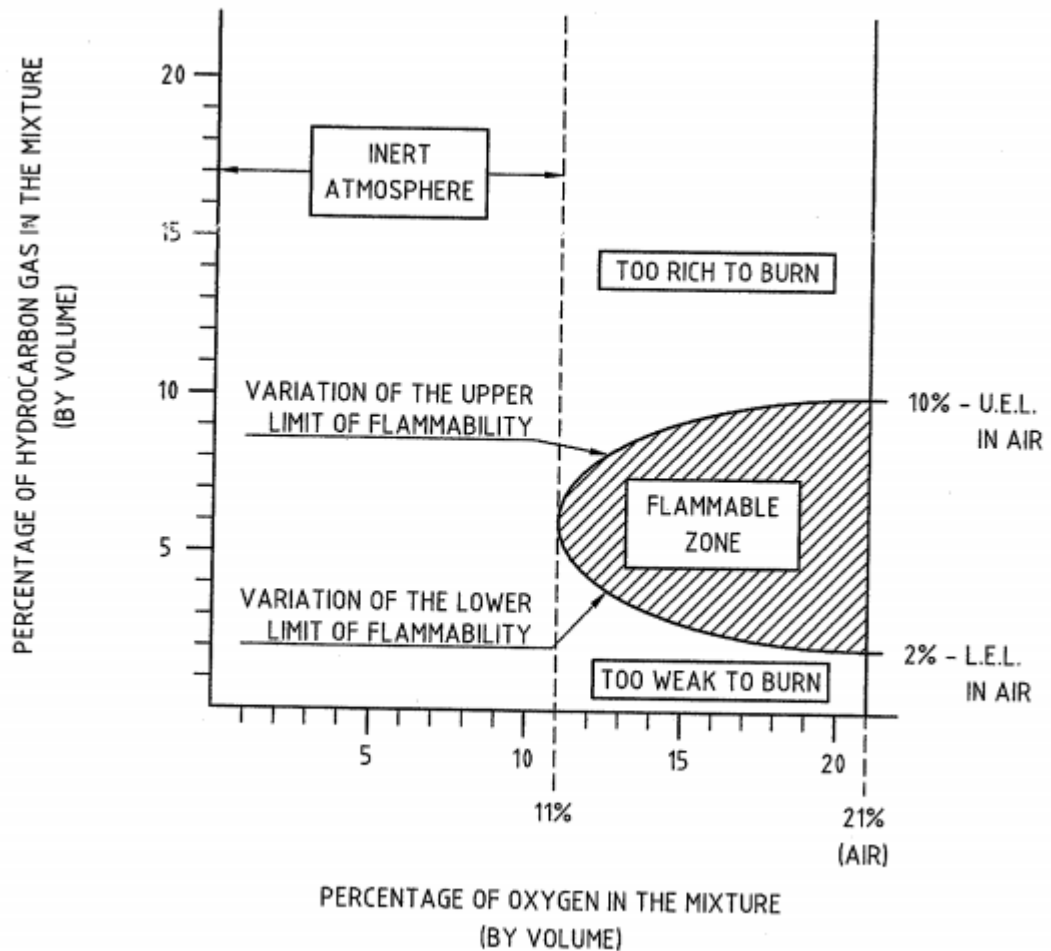
3 LIMITES DE INFLAMABILIDADE

Também conhecidos como limites de explosividade, são os limites de concentração entre os quais uma mistura gasosa é explosiva ou inflamável. Essas misturas são expressas em percentagens em relação ao volume de gás ou vapor no ar, e são determinados a pressão e temperaturas normais para cada substância.

Dois limites são definidos: Limite Inferior de Explosividade (LEL), é a menor concentração de uma substância que misturada com o ar forma uma mistura inflamável e Limite Superior de Explosividade (UEL) que é a maior concentração de uma substância que misturada com o ar forma uma mistura inflamável.

Uma mistura abaixo do limite inferior é chamada "pobre" por conter baixa concentração de hidrocarboneto numa determinada concentração de oxigênio, e uma mistura acima do limite superior é chamada "rica" por conter alta concentração de hidrocarbonetos a uma determinada concentração de oxigênio. Tanto a mistura "rica" como a "pobre" estão fora da zona de explosividade, como observado na Figura 1.

Figura 1 Gráfico Limites de Explosividade



Fonte: Manual de Instrução do SGI do Navio GLP BW LIBERTY

Se o teor de oxigênio de uma mistura gasosa é inferior a 11%, o gás hidrocarboneto contido na mistura não pode queimar qualquer que seja sua concentração, fazendo com que esta atmosfera seja considerada, teoricamente, como inerte.

Os limites de explosividade são fortemente influenciados pela temperatura e a pressão a que está submetido o líquido inflamável. Os vapores que flutuam sobre um líquido reduzem-se ao aumentar a pressão que se opõe à vaporização e aumentam quando desce esta pressão. Também, a maior temperatura, o líquido terá maior pressão de vapor e tenderá a evaporar-se em maiores quantidades.

4 PRODUÇÃO DO GÁS INERTE

O sistema de gás inerte consiste de três partes: produção do gás, o resfriamento do gás produzido e a sua limpeza e por último a distribuição para os tanques.

Alguns dos sistemas de gás inerte fazem uso dos gases de descarga provenientes da queima das caldeiras, que comumente saíam através da chaminé do navio e seriam descarregados na atmosfera. Ao invés disso, estes gases são passados por uma série de dispositivos de limpeza ou depuradores de gás, por meio dos quais os elementos mais corrosivos são removidos. O gás, então, é enviado através das tubulações para os tanques a serem inertizados.

4.1 Equipamentos da planta de Gás Inerte

4.1.1 Torre de lavagem ou Scruber

A Torre de lavagem ou Scruber é um equipamento de extrema importância, pois é neste equipamento que será realizada a verdadeira produção do gás inerte.

Os gases provenientes da caldeira auxiliar vão direto para essa torre, passando por um selo hidráulico situado no fundo e seguem para a fase de resfriamento e limpeza do gás, que é realizada através de borrifos de água salgada. Esses gases movem-se em movimento ascendente em contracorrente ao fluxo de água. Bombas de água salgada alimentam o sistema tanto da torre quanto do tanque de selo situado no convés. Os borrifos de água salgada no Scruber além de arrefecer os gases resultantes da queima do combustível, removem a maior parte dos óxidos de enxofre e das partículas de cinza. No final dos processos dentro da torre de lavagem, existe um “demister”, localizado no topo da torre que nada mais é do que um filtro secador por onde o gás inerte irá passar e seguir para a linha de descarga.

A construção da torre de lavagem do sistema de gás inerte deve estar de acordo com o tipo de navio, cargas transportadas e com o equipamento de controle da combustão na fonte do gás inerte. No caso das embarcações que transportam produtos químicos, poderão ser aplicadas maiores exigências para salvaguarda da qualidade dos produtos transportados.

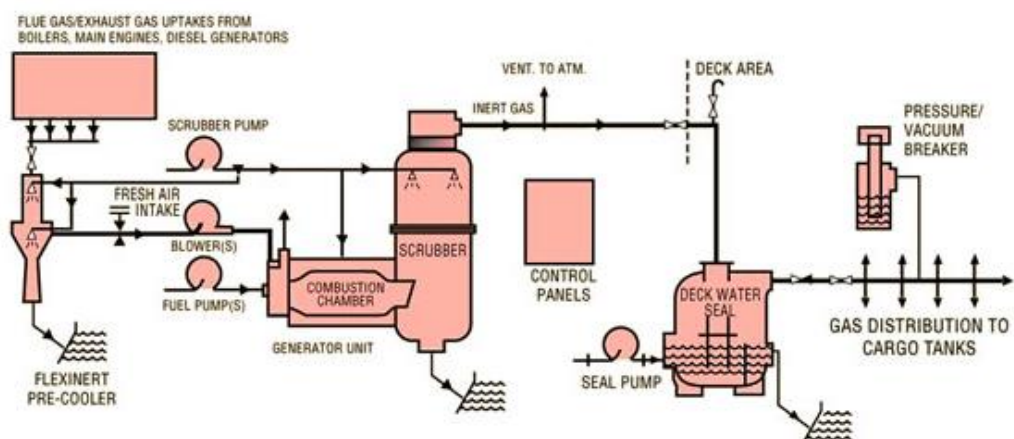
Para a produção do gás inerte vindo de uma Gerador de Gás Inerte próprio, a torre de lavagem encontra-se dentro do próprio gerador, após a câmara de combustão e segue o mesmo princípio de arrefecimento e limpeza por água salgada, porém os gases provenientes de um gerador próprio são mais limpos do que os provenientes da caldeira devido ao tipo de combustível utilizado.

4.1.2 Ventiladores

A função dos ventiladores numa produção pela caldeira auxiliar é transmitir ao gás inerte a velocidade e a pressão necessária para alcançar os tanques de carga. Por exigência, são no mínimo, dois ventiladores, que precisam, juntos, obter uma corrente de gás inerte igual ou superior a 125% da capacidade máxima de descarga do navio, expressa em volume. As instalações, na prática, variam desde aquelas que têm um ventilador de grande porte e um de pequeno que, combinados, atendem a capacidade total exigida, até aquelas na qual os dois ventiladores, individualmente, atendem a exigência de capacidade. No caso de um navio petroleiro em que o uso do gás inerte é contínuo numa operação de descarga, é importante que esses ventiladores estejam em bom funcionamento para poder manter a pressão necessária de gás inerte dentro dos tanques de carga.

No gerador de gás inerte os ventiladores geralmente são os mesmos que alimentam a câmara de combustão, para que ocorra a queima, como é possível verificar na Figura 2.

Figura 2 Planta de Gerador de Gás Inerte



Fonte: Jimbomarine.en.alibaba.com

4.1.3 Tanque de selo hidráulico

Muito conhecido como deck water ou caixão de selagem, o selo hidráulico do convés é a principal barreira que permite a passagem do gás inerte para a linha principal de distribuição pelos tanques de carga, mas ao mesmo tempo evita o retorno dos gases, mesmo quando a instalação de gás está parada. A alimentação de água salgada garante esse efeito.

Existem três tipos de selos: húmido, semi-seco e seco. O selo do tipo húmido é o de construção mais simples. A pressão estática gerada pela coluna de água que se forma quando existe contrapressão tem que ser suficiente para impedir o retorno dos vapores. A desvantagem desse tipo de selo hidráulico está na possibilidade de gotículas de água serem transportadas pelo gás inerte, podendo causar problemas de corrosão, além dos riscos do ponto de vista da segurança do sistema.

No selo semi-seco, o gás inerte não borbulha através da água, o que reduz o arrastamento de água. O gás afasta a água de selagem para uma câmara separada por efeito venturi. A perda de carga neste tipo de selo hidráulico é menor quando comparada com a dos dispositivos de tipo húmido.

No selo do tipo seco, o dispositivo é drenado quando o sistema está em operação, com o gás fluindo para os tanques, e é cheio sempre que a pressão nos tanques é maior que a pressão de descarga dos ventiladores ou quando a operação é parada. O enchimento e a drenagem são efetuados por válvulas de controle automático comandadas pelo nível de água e pelo funcionamento dos ventiladores. A principal desvantagem deste tipo de selo é o risco de falha de operação das válvulas automáticas.

4.2 Sistema de Gás Inerte em Petroleiros

Em um navio petroleiro o Sistema de Gás Inerte é muito importante e deve estar em operação contínua durante toda a transferência de carga. Quando a embarcação está carregada a demanda é pequena e o gás inerte somente é distribuído aos tanques de carga no espaço vazio do tanque que se concentra na parte superior em consequência da contração da carga líquida ou de perda de vapor causada pelo alívio através do sistema de suspiros durante os balanços do navio.

Além de ser utilizado nas operações de descarga, o gás inerte em um navio petroleiro também é utilizado nas operações de lavagens de tanques e purgas.

Geralmente o gás inerte é produzido através de gases provenientes da queima de combustível da caldeira, onde são monitorados por um oxímetro. Quando eles atingem um teor de 8% as válvulas automáticas de isolamento entram em operação e o gás é desviado, não entrando no sistema de distribuição para os tanques através do depurador. O gás produzido é resfriado e a fuligem e gases corrosivos nele existentes são eliminados antes que seja transferido para a área de carga, visando impedir incêndio ou explosão. O gás inerte consiste de vários gases e outras substâncias dependendo do tipo e qualidade do combustível usado nas caldeiras de bordo. Como já foi verificado no capítulo anterior, o Nitrogênio (N_2) é seu maior componente, embora o Dióxido de Carbono (CO_2) esteja presente em quantidades significativas. O teor de CO_2 depende, em parte, da qualidade do óleo que está sendo queimado e do suprimento do ar.

Os gases de descarga da caldeira são resfriados e limpos na torre de lavagem, onde a água e os subprodutos indesejáveis são removidos e sua temperatura é reduzida para aproximadamente $40^\circ C$.

O gás inerte deve ser mantido a uma pressão positiva para impedir o ingresso de ar, e o sistema de distribuição tem como finalidade leva o gás inerte para os tanques de carga e resíduos. Podemos considerar como principais riscos em consequência de mau funcionamento do SGI como: o aumento do teor de O_2 do gás inerte, a queda na pressão de fornecimento, resfriamento e limpeza insuficientes na torre de lavagem e o retorno de gases de hidrocarbonetos para a instalação geradora.

A formação de gases hidrocarbonetos dentro de um tanque de carga é inevitável levando em conta as propriedades químicas de produtos como aqueles que são provenientes do petróleo. Portanto, a introdução de um gás inerte, como nitrogênio, dióxido de carbono ou hélio, na atmosfera interna do tanque de carga, o teor de oxigênio pode ser reduzido a um nível baixo o suficiente, no qual uma combustão não pode ser sustentada. A concentração de oxigênio abaixo de 8% é considerada segura, porém, a fim de proporcionar melhor segurança, deve-se sempre procurar manter em níveis mais baixos essa concentração nos tanques a serem inertizados.

4.3 Sistema de Gás Inerte em Navios Gaseiros

Em navios de gás, o gás inerte é usado para inertizar ou purgar os tanques de carga e para manter pressão positiva no porão e nos espaços entre barreiras. Este procedimento visa prevenir a formação de misturas inflamáveis.

Para os tanques de carga a operação de inertização deve ser feita antes da desgaseificação para inspeções ou docagem. A inertização também é exigida antes do tanque ser carregado. Antes da operação de gassing-up, que consiste na substituição da atmosfera inertizada de um tanque de carga pelo vapor da própria carga a ser carregada até um nível apropriado que permita o resfriamento do tanque para o carregamento, o tanque deve conter um percentual de oxigênio menor do que 5% mas, algumas vezes, um valor menor é exigido pelos terminais. Antes da desgaseificação, o processo de inertização deve ser concluído com um percentual de hidrocarboneto inferior a 2%.

Um requisito importante a observar em navios gaseiros é a condição de seco do gás inerte. Qualquer umidade contida dentro do gás inerte pode condensar na temperatura fria da carga encontrada. Portanto, para prevenir a formação de hidratos no produto carregado e para prevenir sérias condensações e corrosão no tanque e nos espaços vazios, o gás inerte é completamente secado ao deixar o gerador de gás inerte.

Para a inertização dos porões e dos espaços entre barreiras é exigido pelos códigos de gás*¹ que o navio possua gerador de gás inerte ou gás inerte armazenado. Isto se aplica para navios equipados com barreira secundária total e para navios que tenham tanques tipo "C" †² apropriado para produtos refrigerados.

A produção a bordo de gás inerte para tanques de carga não é exigida pelos códigos de gás. O código de gás reconhece que quando for necessário inertização para operação do navio isto será possível pelo recebimento de gás inerte de terra. Contudo, a maioria dos grandes navios de gás e alguns navios menores, é equipada com geradores de gás inerte para utilização nos tanques de carga.

Diferente dos petroleiros, os navios de gás não utilizam caldeiras para geração do gás inerte. Este é produzido pela queima de combustível em uma planta

* IGC – Código Internacional para a construção e equipamentos de navios transportadores de gases liquefeitos a granel.

† Tanques do tipo C são normalmente vasos de pressão esféricos ou cilíndricos dimensionados para pressão de vapor maior que 2 bar. Classificados para utilização em navios de gás semi-refrigerados ou pressurizados.

construída especificamente com esse propósito. Porém, a desvantagem de um gerador do tipo de combustão, entretanto, concentra-se na qualidade do gás produzido. Mesmo sob boas condições de operação, o gás inerte suprido é inadequado para o uso com alguns gases que têm exigências de teor de oxigênio muito menor do que 5%.

Os navios de gás usam apenas o gás inerte obtido de uma das seguintes maneiras:

- Gerador de Gás Inerte usando a combustão do óleo diesel;
- Planta de produção de nitrogênio a bordo (liquefação do nitrogênio contido no ar);
- Nitrogênio puro obtido em terra.

4.3.1 Gerador de Nitrogênio a bordo

A bordo dos gaseiros, o nitrogênio é especialmente utilizado quando se deseja a ausência de qualquer reação química indesejável. Somente o nitrogênio é perfeitamente compatível, no sentido químico, com todos os gases liquefeitos. Muitos dos outros componentes que não seja o N_2 são capazes de tirar de especificação os gases liquefeitos.

Os espaços vazios (hold space), nos navios gaseiros, são os espaços fechados pela estrutura do navio, dentro dos quais os tanques de carga estão situados. Esses espaços vazios são mantidos sob pressão de gás inerte ou com ar seco quando o navio estiver transportando determinadas cargas. O gás inerte utilizado nesse caso é o nitrogênio.

O princípio de funcionamento de um gerador de Nitrogênio a bordo de navios é pelo processo de separação de ar. Esse método trabalha pela separação dos gases componentes do ar durante sua passagem através de membranas de fibra. As membranas dividem o ar em duas correntes, onde uma é essencialmente nitrogênio e a outra contém oxigênio, dióxido de carbono e outros gases.

Esse sistema produz nitrogênio com cerca de 95% a 97% de pureza. A capacidade desse sistema depende do número de módulos de membranas instaladas e também da pressão do ar de entrada, sua temperatura e da pureza exigida para o nitrogênio.

4.4 Sistema de Gás Inerte em Navios Químicos

O SGI para os navios químicos deverá ser projetado de forma a tornar e manter a atmosfera dos tanques de carga não inflamável o tempo todo, exceto quando precisar ser desgaseificado para manutenção ou inspeção.

Quanto à produção, em navios químicos são aceitos os sistemas de gás inerte providos por um ou mais geradores que queimam óleo combustível. Também são aceitos sistemas que usem gás inerte de outras fontes, desde que atinjam um padrão de segurança equivalente.

Durante a descarga de tanques inertizados, o sistema de gás inerte deve estar em operação de forma que mantenha uma pressão positiva e que o teor de oxigênio nunca seja superior a 8% em volume. Alternativamente, a carga poderá ser descarregada pela pressão do gás inerte, mas somente a uma pressão que não exceda a pressão máxima de trabalho do tanque e do sistema de manuseio da carga.

O gás inerte também pode ser utilizado ao término da descarga e antes da desconexão. Neste caso, os mangotes são soprados para o terminal utilizando ar comprimido ou Nitrogênio.

Além dessas situações mencionadas acima, o sistema de gás inerte deverá ser capaz ainda de purgar um tanque de carga que contenha vapores inflamáveis, de forma que uma desgaseificação posterior não possa criar uma atmosfera inflamável dentro do tanque.

Os navios químicos, assim como os navios gaseiros, não produzem gás inerte pelo aproveitamento dos gases da caldeira por estes conterem percentual superior de fuligem, que pode vir a contaminar a carga. O gás inerte produzido por sistema gerador próprio, produz um gás inerte mais limpo. A introdução de gás inerte nos tanques de carga protege a carga da polimerização, oxidação e da umidade prevenindo reações perigosas.

Nas operações de lavagem em atmosfera inerte em navios químicos, antes de cada tanque ser lavado, o nível de oxigênio deve ser determinado 1 metro abaixo do convés e no nível médio do espaço de ulagem. Em nenhum desses locais é permitido que o valor exceda a 8% em volume. A operação de lavagem do tanque é parada imediatamente se esse teor de oxigênio exceder ou se a pressão do gás inerte não estiver positiva.

5 EXIGÊNCIAS TÉCNICAS

É decretado pela IMO (Organização Internacional Marítima), através da Convenção Internacional para a Salvaguarda da Vida Humana no Mar (SOLAS), em seu Capítulo II- Parte B Regra 4 Parágrafo 5.5, que todos os navios-tanque de 20.000 toneladas ou mais deverão ter um sistema fixo de gás inerte, conforme diretrizes do Código Internacional de Sistemas de Segurança Contra Incêndio (FSS), capaz de tornar inerte, limpar e desgaseificar os tanques de carga e de manter a atmosfera no seu interior com o teor de oxigênio necessário.

O Código FSS (Código Internacional para Sistemas de Segurança Contra Incêndios), que dispõe sobre padrões internacionais de especificações de engenharia para sistemas de segurança de incêndio requeridos pelo Capítulo II-2 da Convenção SOLAS, em seu Capítulo 15, detalha os Requisitos dos Componentes de um sistema de gás inerte, assim como o Suprimento e seus Equipamentos, Requisitos da Instalação das redes e válvulas e dispositivos automáticos de Indicação e Registros.

Ainda no Capítulo 15 do referido Código, parágrafo 2.4.3, estão dispostos os tipos de Alarmes Sonoros e Visuais que devem haver nos sistemas de gás inerte.

Por fim, no parágrafo 2.4.4, o Código exige que Manuais de Instrução devem estar a bordo, contendo as exigências relativas ao funcionamento, à segurança, à manutenção e aos riscos de trabalho pertinentes ao sistema de gás inerte e a sua aplicação ao sistema de tanques de carga. Todos os manuais devem conter procedimentos a serem seguidos em caso de uma avaria ou de uma falha no sistema de gás inerte.

CONCLUSÃO

Ante o exposto neste trabalho, é possível concluir que é indiscutível assim como indispensável um navio tanque possuir a bordo um sistema de geração de gás inerte ou mesmo meios de armazenamento desse gás, visando a proteção da embarcação, tripulantes e meio ambiente. O seja, um sistema adequado de gás inerte nada mais é do que permitir um aumento significativo da segurança a bordo dos navios tanque, utilizando o princípio da eliminação ou redução do teor do oxigênio na atmosfera dos tanques.

Por fim, listando algumas das várias operações nas quais se recomenda o uso do gás inerte como inertizar os tanques de carga vazios, lavagem de tanques e deslastro, purgar a atmosfera dos tanques antes de proceder com a desgasificação, repor a pressão nos tanques de carga durante a viagem quando necessário, percebe-se como foi de grande importância a implementação e exigência da IMO de se instalar o SGI em navios tanque, objetivando a segurança não somente da carga em si, mas a vida humana no mar e meio ambiente.

INERT GÁS SYSTEM – PREVENTION OFF IRE AND EXPLOSION ON TANKERS VESSEL

ABSTRACT

The inert gas system aims, with the decrease of oxygen 8% for SOLAS requirements inside the tanks, to avoid fires and explosions. This article concisely addresses the use of inert gas generators on board tankers, which carry cargoes that tend to release hydrocarbon gases present in their chemical composition, for safety purposes, avoiding the explosion of cargo tanks, as well as A clearer explanation of the current requirement of the SOLAS Convention for the presence of inert gas, recalling through history some serious accidents with explosions in tankers with loss of life and marine pollution, the composition and characteristics of inert gas, Limits of flammability of hydrocarbons and how the production of inert gas and its use aboard Oil, Gas and Chemical vessels.

Keywords: Inert gas. Tank Ship. Hydrocarbons. Explosion.

REFERÊNCIAS

ALVARENGA, José Geraldo, *Transporte Marítimo de Hidrocarbonetos: Adequabilidade da Frota Brasileira a Legislação Ambiental*. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/84001/222407.pdf?sequence=1>>. Acesso em 19 de abril de 2017.

Directy Industry, Característica do gás inerte. Disponível em: <<http://www.directindustry.com/pt/fabricante-industrial/gerador-gas-inerte-83429.html>>. Acesso em: 19 abr. 2017.

Intituto Superior Técnico, Navios Tanques. Disponível em <<http://www.mar.ist.utl.pt/mventura/Projecto-Navios-I/PT/1.4.5-Navios%20Tanques.pdf>>. Acesso em: 07 mai. 2017.

CÓDIGO DE PRÁTICA PARA CARREGAMENTO E DESCARREGAMENTO SEGUROS DE GRANELEIROS. Disponível em: <https://www.ccaimo.mar.mil.br/sites/default/files/blu_code_pt.pdf>. Acesso em: 23 mai. 2017.

CONVENÇÕES E CÓDIGOS, Marinha do Brasil. Disponível em:
<<https://www.ccaimo.mar.mil.br/convencoes-e-codigos/codigos>>. Acesso em: 23
mai. 2017.

Docslide, Sistema de Gás Inerte. Disponível em:
<<http://docslide.com.br/documents/sistema-de-gas-inerte.html>>. Acesso em: 24 mai.
2017.

MOSS AS, Hamworthy. *Instruction Manual, Moss Inerte Gás Generator*. Navio BW
Liberty, 2006.

ALEGRE, Danilo Tadeu Silva. *O uso do Gás Inerte em Navios-Tanques Petroleiros*.
CIAGA, Marinha do Brasil, Rio de Janeiro, 2016.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha mãe, Maria da Conceição Silva Lima, que me apoiou sempre com o seu amor incondicional, principalmente nas horas difíceis de desânimo e cansaço.

Obrigada minha irmã, cunhado e meu sobrinho, que entenderam minha ausência nesses últimos meses dedicados ao curso APMA.

Obrigada meus amigos e irmãos na amizade que me incentivaram a não desistir e seguir em frente com a cabeça erguida.