NR 13

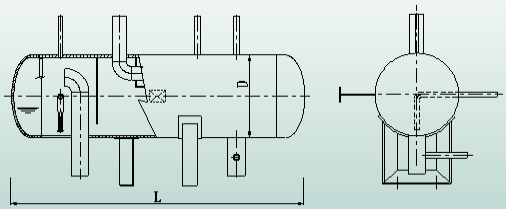
Segurança na Operação de VASOS DE PRESSÃO

VASOS DE PRESSÃO
CONSIDERAÇÕES GERAIS

As plantas químicas normalmente são plantas de elevado investimento em capital e projetadas para capacidades econômicas. Muitos processos químicos contém fontes de energia concentradas e utilizam materiais que sob condições anormais podem ser prejudiciais ao meio ambiente, a equipamentos de processos e a pessoas.
As plantas com potencial de causar danos devem ser construídas com múltiplos e independentes níveis de proteção os quais são projetados para evitar e mitigar os efeitos nocivos de cada potencial evento perigoso.

Dentro de cada processo, a redução dos riscos deve começar com o mais fundamental elemento de projeto de processo: a seleção do processo, a escolha do local e decisões sobre o inventário de perigos e arranjo da unidade.
A utilização de um inventário mínimo de substâncias perigosas, montagem de tubulações e sistemas de troca de calor que fisicamente evitem a mistura inadvertida de reagentes químicos, uso de vasos de pressão que possam resistir a máxima pressão possível são decisões de projeto de processo que reduzem os riscos operacionais. Este enfoque sobre a redução dos riscos pela cuidadosa seleção dos parâmetros básicos de processo é fundamental no projeto de um processo seguro.

VASOS DE PRESSÃO
CONSIDERAÇÕES GERAIS

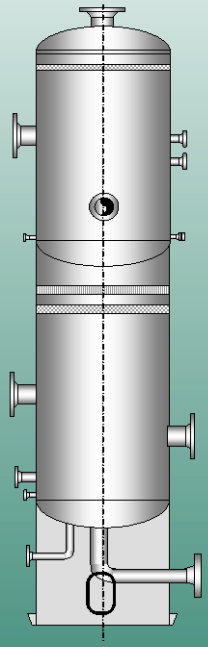


A contenção de matérias primas, produtos intermediários, insumos e produtos finais em muitas indústrias químicas é feita com o auxílio de vasos de pressão.
O nome vaso de pressão é utilizado para identificar todos os recipientes estanques, de qualquer tipo, formato ou finalidade, capazes de conter um fluido pressurizado.A faixa de variação de pressões e de temperaturas de trabalho dos vasos de pressão é muita extensa. Existem vasos de pressão trabalhando desde o vácuo absoluto até cerca de 4000 kg/cm^2, e desde próximo de zero absoluto até temperaturas da ordem de 1500 °C.

Contrariamente ao que acontece com quase todos os outros equipamentos, máquinas, veículos, objetos e materiais de uso corrente, a grande maioria dos vasos de pressão não é item de linhas de fabricação, salvo raras exceções, os vasos são, quase todos, projetados e construídos por encomenda, sob medida, para atenderem, em cada caso, a determinada finalidade ou a determinadas condições de desempenho. Como conseqüência, o projeto é quase sempre feito individualmente para cada vaso a ser construído.

VASOS DE PRESSÃO

CONFIABILIDADE DOS VASOS DE PRESSÃO



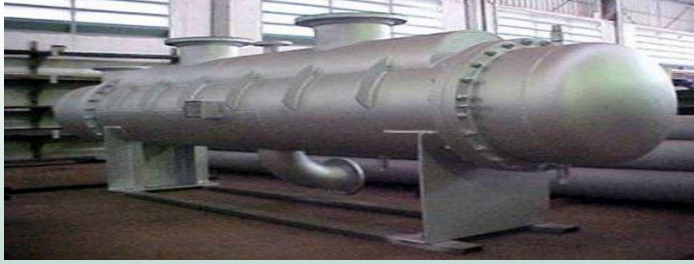
Nas indústrias de processo existem três condições específicas que tornam necessário um alto grau de confiabilidade para os equipamentos em comparação com as demais industrias em geral:

1.As indústrias de processo trabalham em regime contínuo submetendo os equipamentos a um regime severo de operação.

2.Os diversos equipamentos formam uma cadeia contínua, através da qual circulam os fluidos de processo, na qual a falha ou paralisação de um único equipamento, por qualquer motivo, obriga geralmente à paralisação de toda a instalação com as conseqüentes perdas de produção.

3.É usual os vasos de pressão armazenarem fluídos inflamáveis, tóxicos ou em elevadas pressões ou temperaturas, condições para as quais qualquer falha pode resultar em um acidente grave ou mesmo em um desastre de grandes proporções.

VASOS DE PRESSÃO



DEFINIÇÃO

Vasos de pressão são equipamentos que contêm fluidos sob pressão interna ou externa. Vasos de pressão estão sempre submetidos simultaneamente à pressão interna e à pressão externa. Mesmo vasos que operam com vácuo estão submetidos a estas pressões, pois não existe vácuo absoluto. O que usualmente denomina-se vácuo é qualquer pressão inferior à atmosférica. O vaso é dimensionado considerando-se a pressão diferencial resultante atuando sobre as paredes, que poderá ser maior internamente ou externamente. Há casos em que o vaso de pressão deve ser dimensionado pela condição de pressão mais severa, a exemplo de quando não exista atuação simultânea das pressões interna e externa. Vasos de pressão podem ser construídos de materiais e formatos geométricos variados em função do tipo de utilização a que se destinam. Desta forma existem vasos de pressão esféricos, cilíndricos, cônicos etc, construídos em aço carbono, alumínio, aço inoxidável, fibra de vidro e outros materiais. Os vasos de pressão podem conter líquidos, gases ou misturas destes. Algumas aplicações são: armazenamento final ou intermediário, amortecimento de pulsação, troca de calor, contenção de reações, filtração, destilação, separação de fluidos, criogenia etc. A NR-13 aplica-se a vasos de pressão instalados em unidades industriais, e outros estabelecimentos públicos ou privados, tais como: hotéis, hospitais, restaurantes etc.

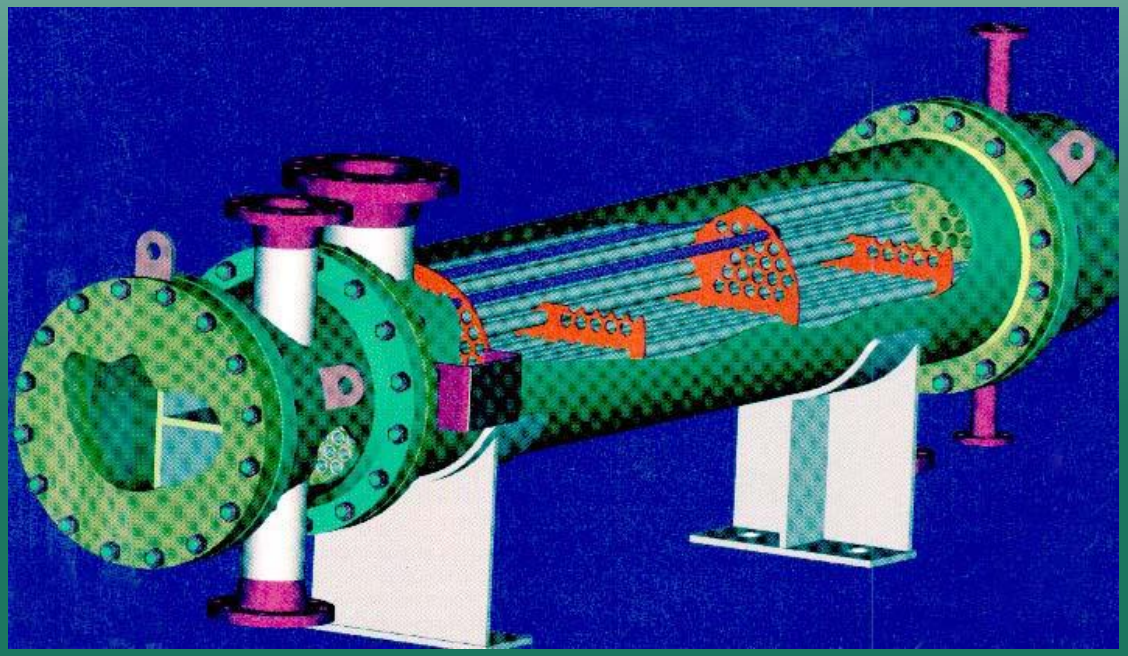
VASOS DE PRESSÃO

CLASSIFICAÇÃO

A NR-13 classifica Vaso de Pressão por:

Classe do Fluido

Potencial de Risco



VASOS DE PRESSÃO

CLASSIFICAÇÃO DO FLUIDO DOS VASOS DE PRESSÃO

CLASSE “A”:

- Fluidos inflamáveis - combustível com temperatura superior ou igual a 200ºC;
- Fluidos tóxicos com limite de tolerância igual ou inferior a 20 ppm;
- Hidrogênio;
-Acetileno.

CLASSE "B”:

- Fluidos combustíveis com temperatura inferior a 200°C;
- Fluidos tóxicos com limite de tolerância superior a 20 ppm.

CLASSE “C”:

-Vapor de água, gases asfi-xiantes simples ou ar comprimido.

CLASSE “D":

- Água ou outros fluidos não enquadrados nas classes “A”, “B” ou "C", com temperatura superior a 50°C.

OBS.: Quando se tratar de mistura, deveremos considerar para fins de classificação o fluido que apresentar maior risco aos trabalhadores e instalações, considerando-se sua toxicidade, inflamabilidadee concentração.

VASOS DE PRESSÃO

CLASSIFICAÇÃO DO POTENCIAL DE RISCOS DOS VASOS DE PRESSÃO

GRUPO 1 –PV >a 100

GRUPO 2 –100 < PV >30

GRUPO 3 –30 < PV >2,5

GRUPO 4 –2,5 < PV >1

GRUPO 5 –PV < 1

QUANDO OS VASOS DE PRESSÃO OPERAM SOB A CONDIÇÃO DE VÁCUO, ENQUADRAM-SE NAS SEGUINTES CONDIÇÕES:

CATEGORIA “I” –Quando se tratar de fluidos inflamáveis ou combustíveis;

CATEGORIA “V”–Para outros fluidos.

VASOS DE PRESSÃO

CATEGORIAS DE VASOS DE PRESSÃO

CLASSE	GRUPO DE POTENCIAL DE RISCO				
DE FLUIDO	1 P.V ≥ 100	2 P.V < 100 P.V ≥ 30	3 P.V < 30 P.V ≥ 2,5	4 P.V < 2,5 P.V ≥ 1	5 P.V< 1
	CATEGORIAS				
"A" - Líquidos inflamáveis Combustível temp. >= 200°C - Tóxico limite tolerância ≤ 20ppm - Hidrogênio - Acetileno	I	I	II	III	III
"B" - Combustível temper. < 200°C - Tóxico limite tolerância > 20ppm	I	II	III	IV	IV
"C" - Vapor de água - Gases asfixiantes simples - Ar comprimido	I	II	III	IV	V
"D" -- Os outros	II	III	IV	V	V

VASOS DE PRESSÃO

Nas indústrias de processo existem três condições específicas característica que tornam necessário um maior grau de confiabilidade para os equipamentos, em comparação com o que é normalmente exigido para as demais indústrias em geral:

1.As indústrias de processo trabalham em regime contínuo, dia e noite, durante muitos meses a fio. Os equipamentos ficam, portanto, submetidos a um regime severo de operação, porque não há parada para manutenção e inspeção.

2.Os diversos equipamentos formam uma cadeia contínua, através da qual circulam os fluidos de processo, deste modo, a falha ou paralisação de um único equipamento, por qualquer motivo, obriga geralmente à paralisação de toda instalação. É evidente que toda paralisação não programada de uma indústria resulta sempre em vultosos prejuízos e perda de produção e de lucros cessantes, vindo daí a necessidade do máximo de segurança e confiabilidade de funcionamento desses equipamentos.

3.Nessas indústrias existem muitas vezes condições de grande risco, devido ao manuseio de fluidos inflamáveis, tóxicos, explosivos, ou em elevadas pressões ou temperaturas, condições para as quais qualquer falha pode resultar em um acidente grave ou mesmo em um desastre de grandes proporções.

Os vasos de pressão constituem não só os equipamentos mais importantes da maioria das indústrias de processo, como também são geralmente os itens de maior tamanho, peso e custo unitário nessas indústrias, representando em média 60% do custo total dos materiais e equipamentos de uma unidade de processo. Esses mesmos equipamentos estão igualmente presentes, como itens de maior importância, em muitas outras indústrias de outros ramos.

VASOS DE PRESSÃO

CLASSES E FINALIDADES DOS VASOS DE PRESSÃO

CLASSIFICAÇÃO DOS VASOS DE PRESSÃO QUANTO AO USO

VASOS NÃO SUJEITOS A CHAMA	***Vasos de armazenamento e acumulação** **Torres destilação, absorção, esgotamento** ***Reatores** **Esferasde armazenamento**	
	Permutadores de calor	**Permutadores** **Aquecedores** **Resfriadores** **Condensadores** **Refervedores** **Resfriadores a ar**
VASOS SUJEITOS A CHAMA	**Caldeiras** **Fornos**	

Obs.: Existem alguns casos de Reatores e Trocadores com chama direta.

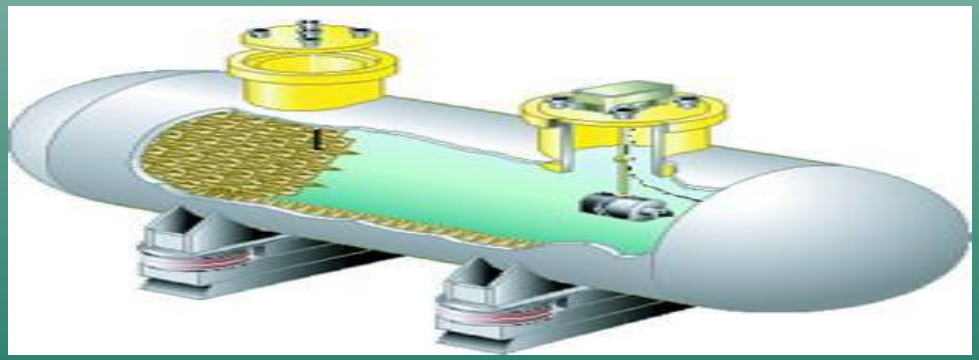
VASOS DE PRESSÃO

FORMATOS & POSIÇÕES

O casco dos vasos de pressão tem sempre o formato de uma superfície de revolução.

Quase todos os vasos, com raras exceções, tem o casco com uma das três formas básicas:

- Cilíndrica
- Cônica
- Esférica

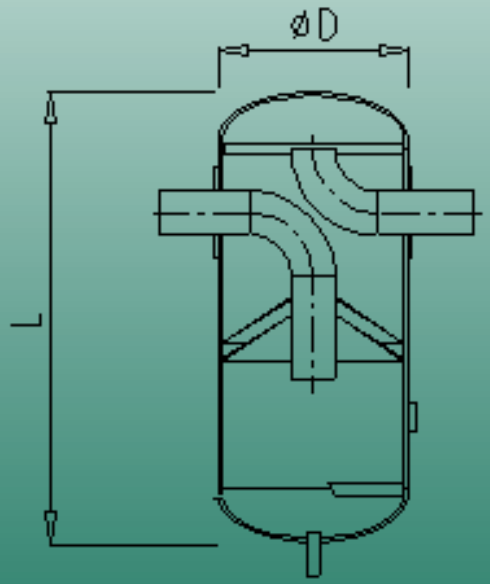


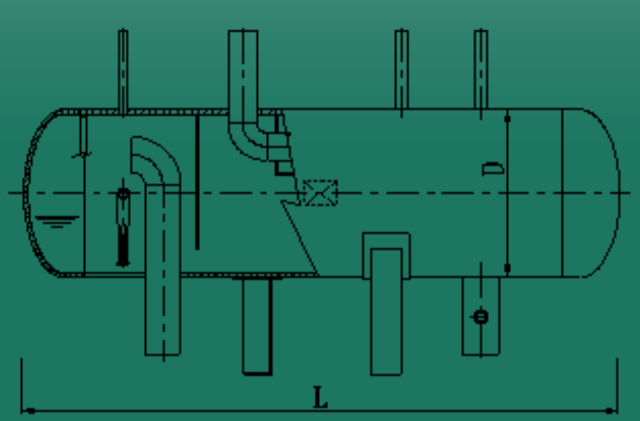
- Combinações dessas formas
- O formato esferoidal é comum também

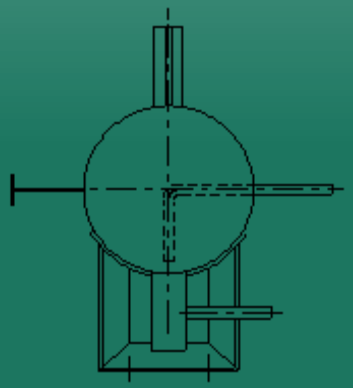
VASOS DE PRESSÃO

Quanto a posição de instalação, os vasos de pressão podem ser:

- Verticais
- Horizontais
- Inclinados







VASOS DE PRESSÃO

Na maioria das vezes o formato e a posição de instalação de um vaso decorrem ou são uma imposição da finalidade ou do serviço do mesmo.

Os vasos verticais são usados principalmente quando é necessária a ação da gravidade para o funcionamento do vaso ou para o escoamento de fluidos. Tais são, par exemplo: as torres de fracionamento, de retificação, e de absorção, bem como muitos reatores de catalise

De um modo geral, os vasos verticais são mais caros do que os horizontais, principalmente quando de grande comprimento; em compensação ocupam melhor área de terreno.

Os vasos horizontais, muito comuns, são usados, entre outros casos, para **trocadores de calor** e para a maioria dos vasos de acumulação. Os vasos em posições inclinadas são exceções, empregados somente quando o serviço exigir, como, por exemplo, para o escoamento por gravidade de materiais difíceis de escoar.

VASOS DE PRESSÃO

A grande maioria dos trocadores de calor trabalha pressurizada, as vezes com grande diferencial de pressão entre os dois fluidos.

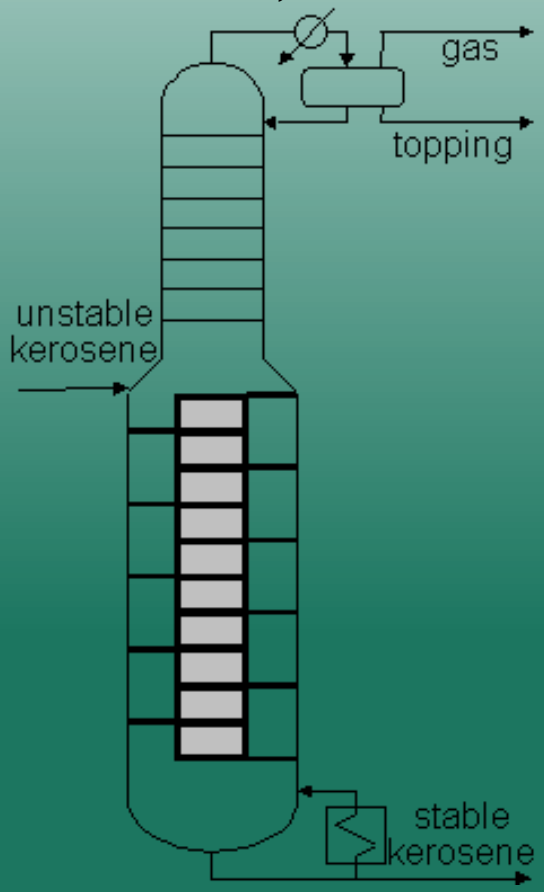
São portanto, também vasos de pressão. Quase todos os trocadores de calor tem casco cilíndrico horizontal.
Dependendo da finalidade e do tipo, esses aparelhos podem receber, entre outras, as denominações de trocadores, refervedores, condensadores, resfriadores, aquecedores etc.
Para a maior parte dos vasos o casco é cilíndrico.

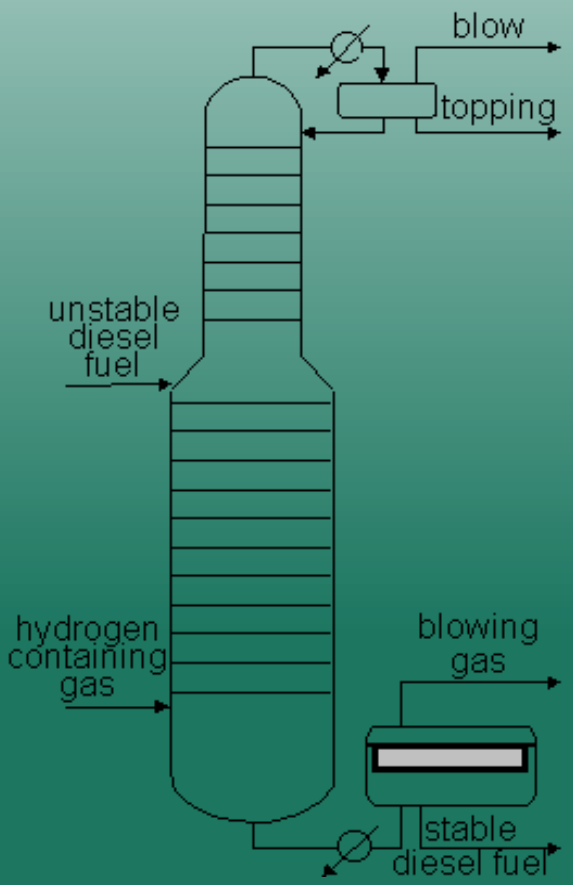
Essa preferência deve-se ao fato de que o formato cilíndrico e o mais fácil de se fabricar e transportar, presta-se bem a maioria dos serviços, e é o que permite o aproveitamento de chapas inteiras para a fabricação do vaso. Tornando um projeto mais barato e viável.

Quando a vazão ao longo do vaso é aproximadamente a mesma em todas as seções transversais, o casco será um cilindro simples, como os exemplos

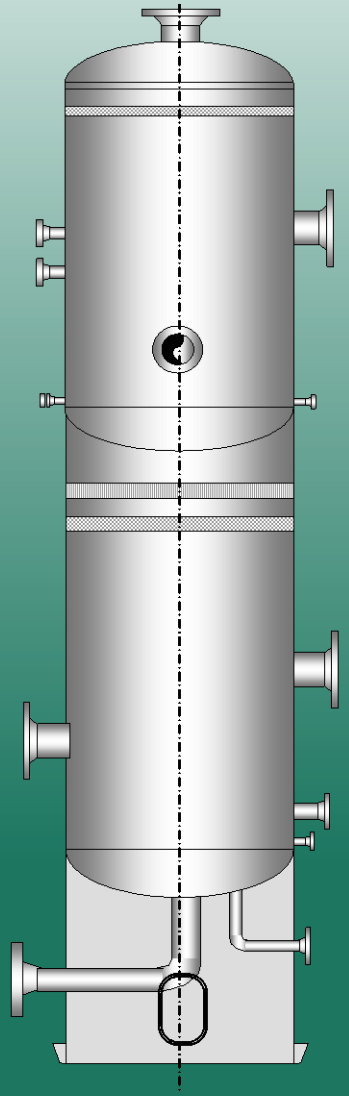
VASOS DE PRESSÃO

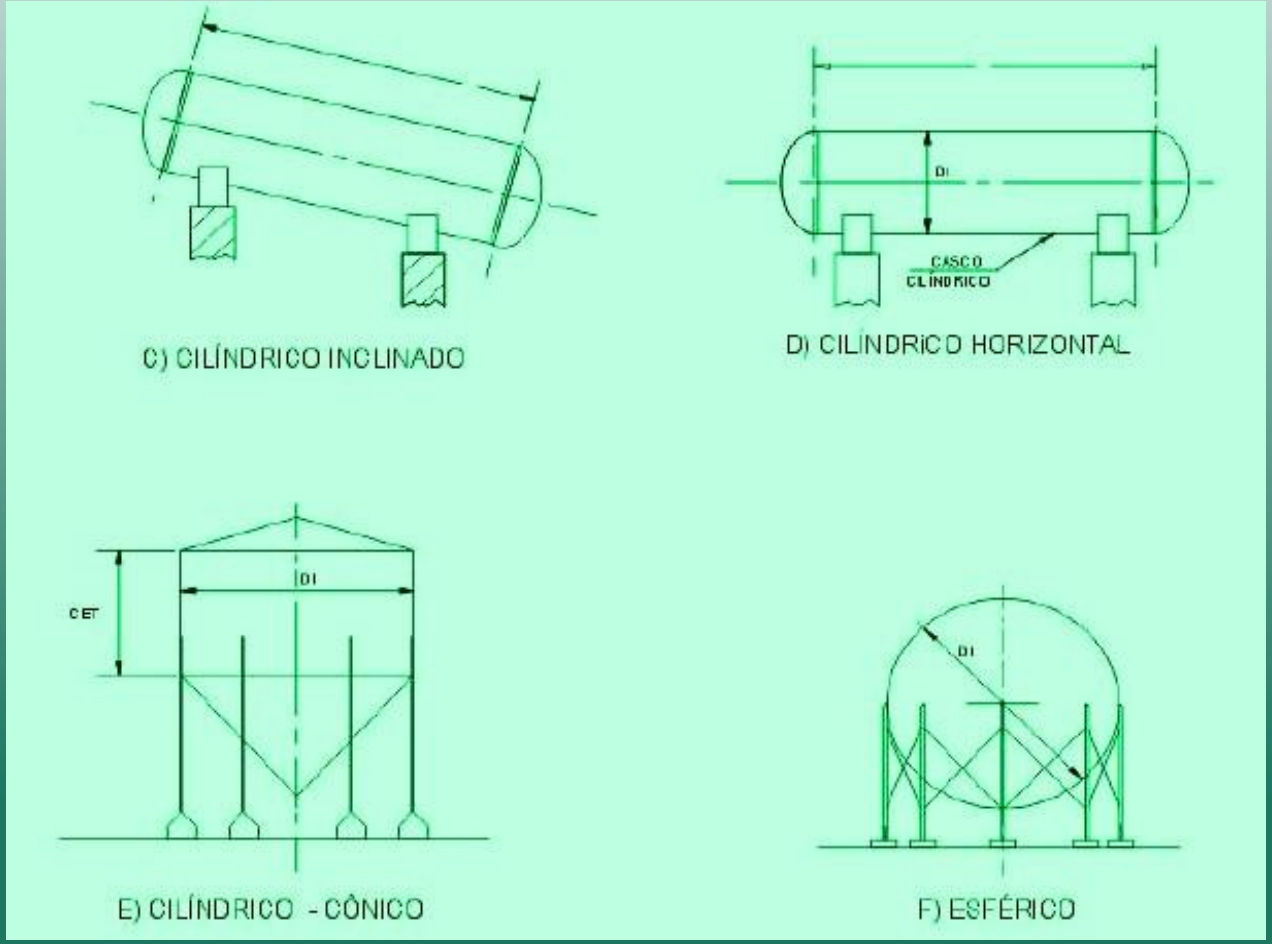
Quando, entretanto, houver grande diferença de vazão entre uma seção e outra do mesmo vaso devido a existência de vários pontos importantes de entrada e saída de fluidos, faz-se o casco como um cilindro composto, com dois ou mais corpos cilíndricos de diâmetros diferentes interligados por seções cônicas ou toroidais de concordância, de tal maneira que a velocidade geral de escoamento dos fluidos ao longo do vaso seja aproximadamente constante, aumentando-se o diâmetro onde a vazão for maior, e vice-versa.





VASOS DE PRESSÃO



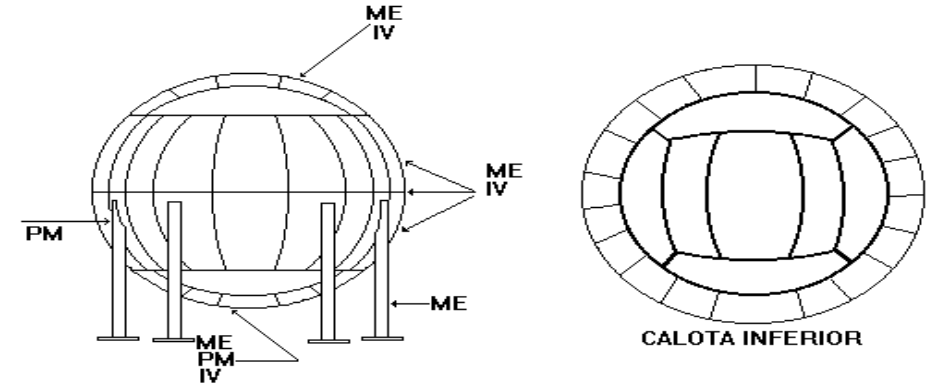


VASOS DE PRESSÃO

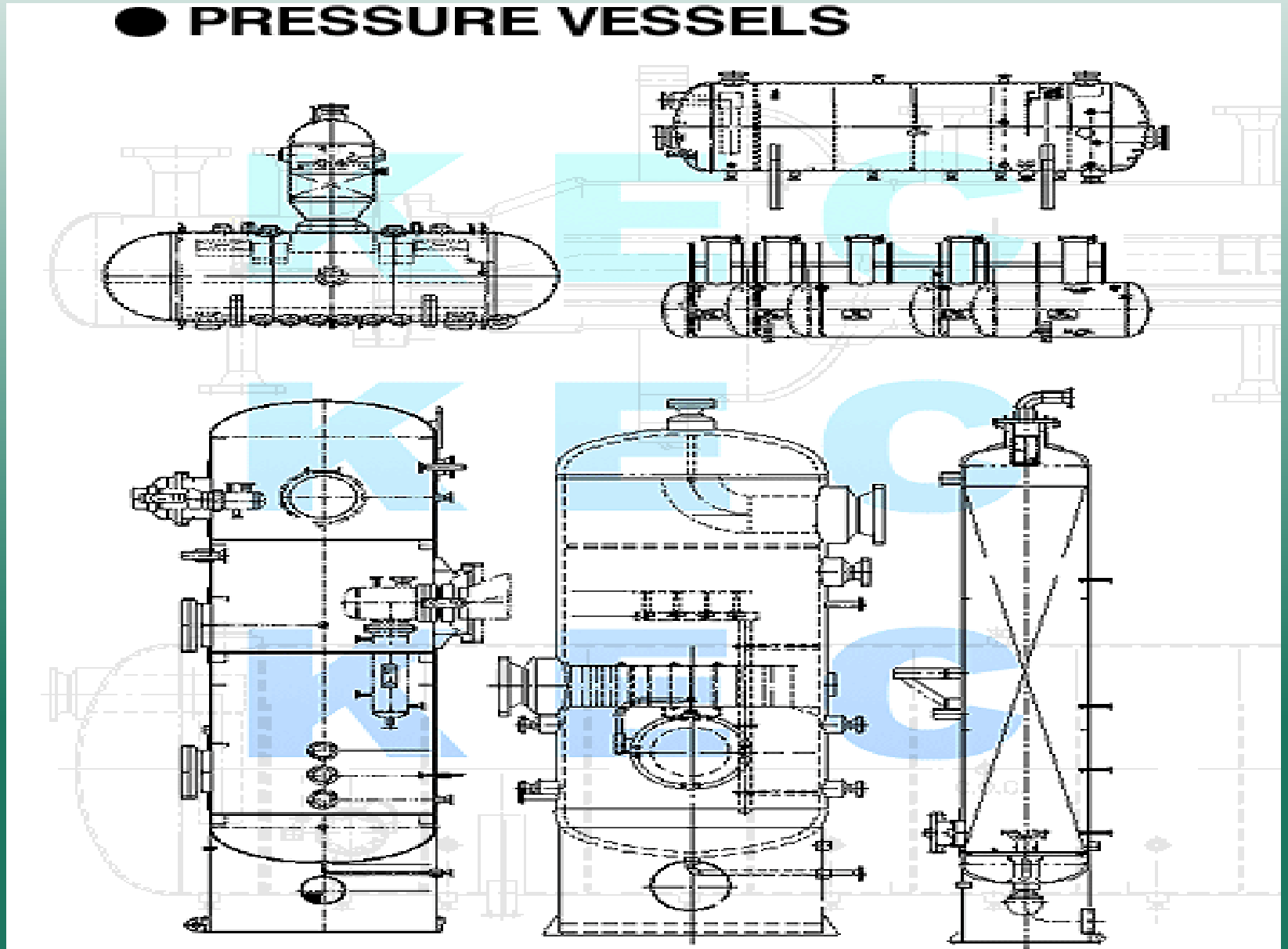
Teoricamente, o formato ideal para um vaso de pressão é uma esfera, com o qual se chega a menor espessura de parede e ao menor peso, em igualdade de condições de pressão e de volume contido.

Entretanto, os vasos esféricos, além de somente se prestarem como vasos de armazenamento, são caros e difíceis de fabricar, ocupam muito espaço e raramente podem ser transportados inteiros.

Por esses motivos, os vasos esféricos são econômicos para grandes dimensões, sendo empregados, nesses casos, para a armazenagem de gases sob pressão.



VASOS DE PRESSÃO



VASOS DE PRESSÃO

CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO

Conceitos de Pressão e Temperatura

Pressão e Temperaturas podem estar associados a vários conceitos:

PRESSÃO:

Pressão Normal de Operação
Pressão Máxima de Operação
Pressão Mínima de Operação
Pressão de Projeto
Pressão de Abertura da Válvula de Segurança
Pressão Máxima de Trabalho Admissível (PMTA)
Pressão de Teste Hidrostático

VASOS DE PRESSÃO

Pressão e Temperaturas representam as condições de operação de um vaso de pressão

PRESSÃO:

As pressões são sempre os valores medidos no topo do vaso, quando medido abaixo, acrescentar a altura da coluna hidrostática

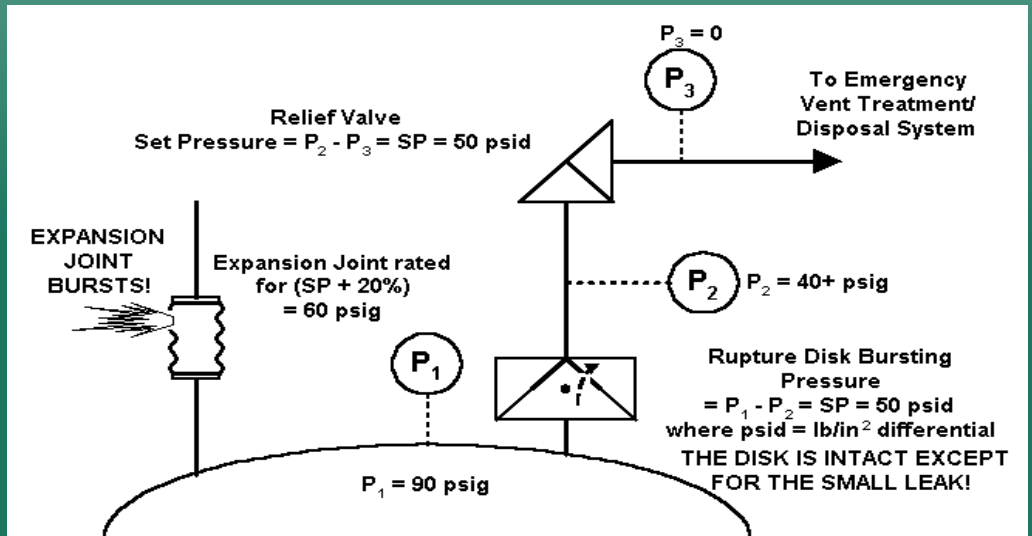
Raramente um vaso opera, durante toda sua vida útil em uma única condição estável de pressão e temperatura. Geralmente ocorrem flutuações de maior ou menor amplitude.

Quando foge dos valores pré estabelecidos entre mínimo e máximo, surge o distúrbio operacional

No caso de distúrbios o vaso deverá estar devidamente protegido.

Válvulas de Segurança

Discos de Ruptura



Conceitos de Pressão e Temperatura

Pressão Máxima de Trabalho Admissível (PMTA)
É a pressão que causa no vaso ou na sua parte em questão, UMA TENSÃO MÁXIMA IGUAL A TENSÃO ADMISSÍVEL DO MATERIAL NA TEMPERATURA DE OPERAÇÃO.
O cálculo da PMTA, deve ser feito em função das espessuras corroídas, descontando a margem para corrosão.
O ASME define como: " O MAIOR VALOR PERMESSIVEL PARA PRESSÃO, MEDIDA NO TOPO DO VASO NA TEMPERATURA CORRESPONDENTE À PRESSÃO.

A PMTA é o valor utilizado para pressão de abertura da Válvula de Segurança
Entendimento:
PMTA & Pressão de Projeto
e_p = espessura mínima necessária calculada
C = margem para corrosão
e_f = compensar espessura da chapa na conformação
e_c = acréscimo de espessura a ajuste comercial da chapa
e_t = acréscimo de tolerância inferior na espes. da chapa *
e_n = espessura nominal da chapa adotada
e_{av} = espessura para cálculo da PMTA com o vaso corroído
e_{an} = espessura para cálculo da PMTA com o vaso n

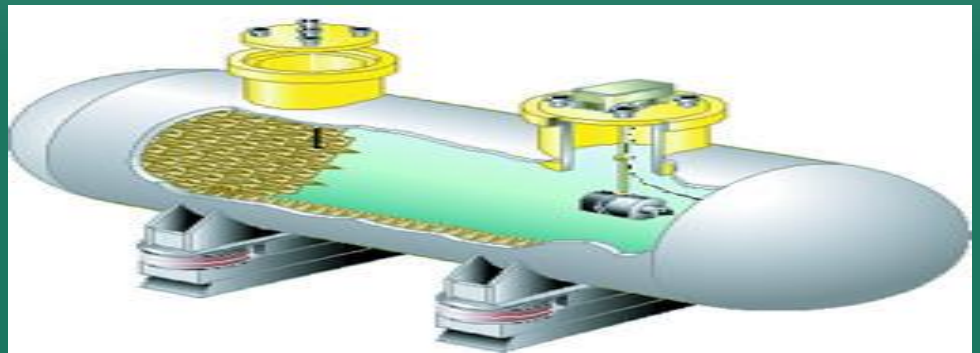
VASOS DE PRESSÃO

PRESSÃO MÁXIMA ADMISSÍVEL DE TRABALHO (PMTA)

É o maior valor permissível para pressão, medida no topo do vaso, na sua posição normal de trabalho, na temperatura correspondente à pressão considerada, tomando-se o vaso com a espessura corroída.

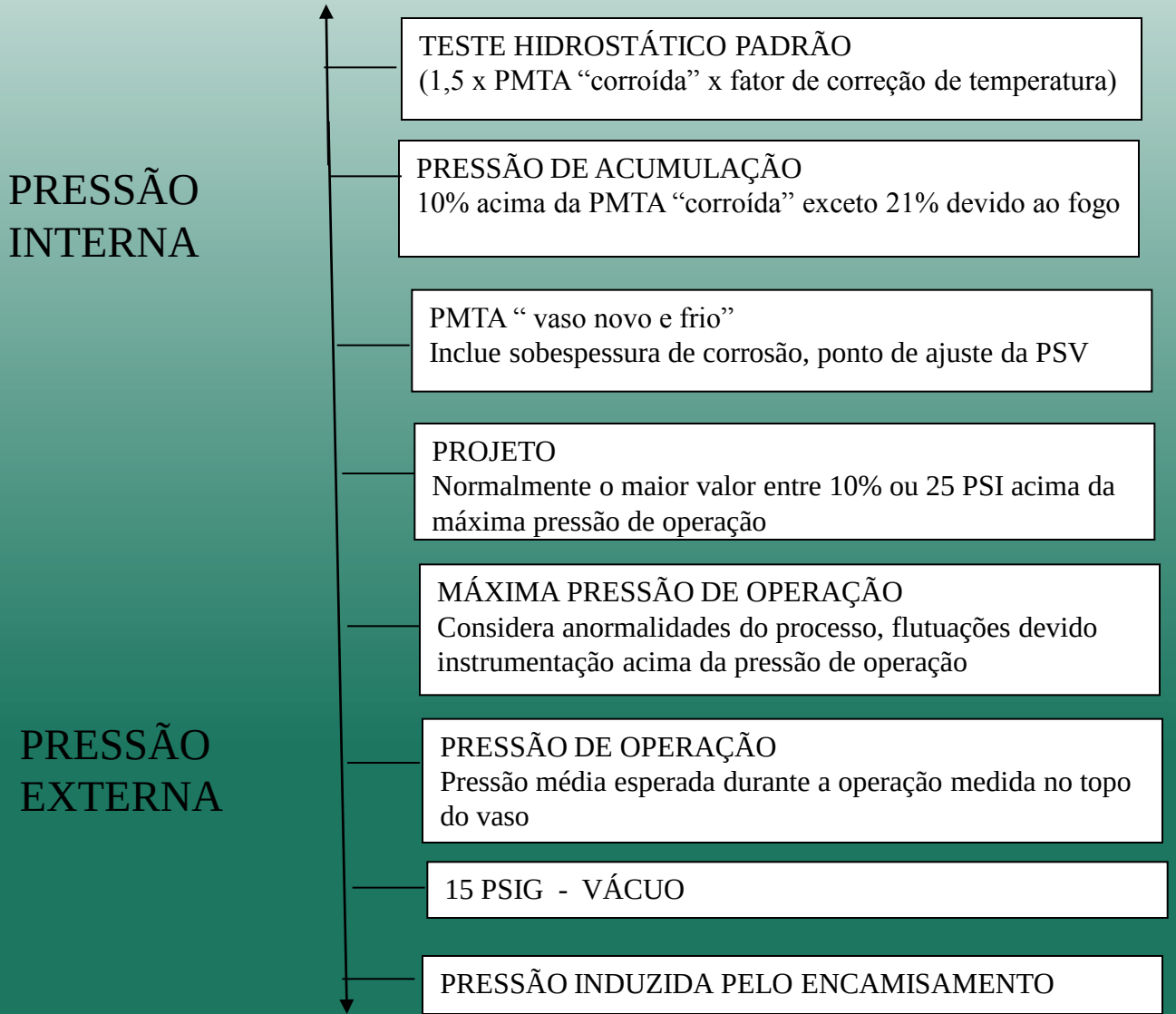
Essa pressão será portanto a pressão que causa, na parte mais fraca do vaso, uma tensão igual à tensão admissível do material, ou, em outras palavras, será o menor valor dos valores das PMTA, das diversas partes do vaso, corrigidas do efeito da coluna hidrostática do líquido contido.

A pressão máxima admissível de trabalho é base para fixação da pressão de abertura dos dispositivos de alívio. Normalmente adota-se para abertura de uma válvula de segurança ou de alívio o maior dos seguintes valores:
pressão máxima de operação, acrescida de 5 %, , quando o dispositivo de alívio de pressão (PSV) for operado por válvula piloto e acrescida de 10 % nos demais casos



VASOS DE PRESSÃO

TIPOS DE PRESSÃO UTILIZADAS EM PROJETO DE VASOS DE PRESSÃO



VASOS DE PRESSÃO

AVALIAÇÃO DOS RISCOS INERENTES AO PROCESSO

RISCO é a avaliação de um perigo associando a probabilidade de ocorrência de um evento

Os riscos presentes na operação dos vasos de pressão podem ser caracterizados pela energia interna acumulada em seu interior por trabalharem sob pressões acima da pressão atmosférica e normalmente com substâncias dotadas de potencial de causar dano ao ser humano ou ao meio ambiente.

Normalmente a integridade de equipamentos de processa e o confinamento de produtos, não são problemas na indústria química. A taxa de falha de vasos de pressão para uma falha catastrófica é da ordem de $1,09 \times 10^{8}\ h^{-1}$. Veja a tabela a seguir para ter um referencial comparativo:

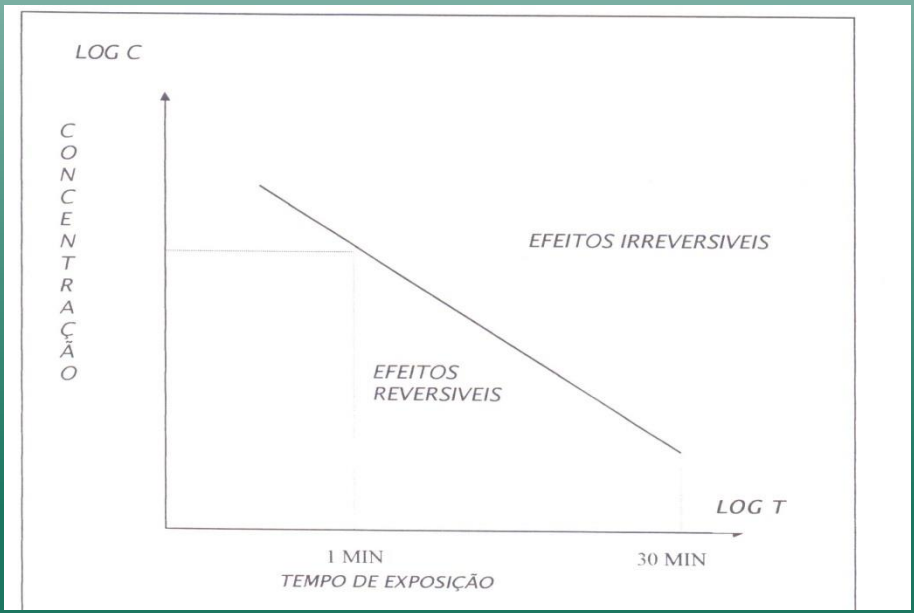
EQUIPAMENTOS DE PROCESSO	TAXA DE FALHA (1/10)
Motor Elétrico	57
Compressor de ar	38
Gerador	6,3
Transformador	1,7
Vaso de Pressão	0,01

VASOS DE PRESSÃO

CONSEQUÊNCIA DE EMISSÃO TÓXICA

Os vasos de pressão podem conter substâncias químicas nocívas ao meio ambiente e/ou pessoas. Vazamentos ou rupturas catastróficas tem o potencial de causar efeitos adversos de grande intensidade.

A concentração tóxica máxima admissível que um indivíduo pode inalar, sem risco de efeitos reversíveis, depende do tempo de exposição àesta concentração .



Do diagrama acima podemos deduzir que a medida que o tempo de exposição à uma determinada concentração aumenta, a concentração máxima admissível (aquela sem efeitos irreversíveis) diminui.

VASOS DE PRESSÃO

CONSEQÜÊNCIAS DE EXPLOSÃO

Uma explosão é um evento onde ocorre uma liberação brutal de energia associada a uma expansão rápida de gás.
As explosões podem ser classificadas, em função de sua natureza, em:

EXPLOSÕES	
FÍSICAS	Pneumáticos/mecânicos Vaporização brutal
QUÍMICAS	Homogêneas Heterogeneas
ELÉTRICAS	
NUCLEARES	

VASOS DE PRESSÃO

EXPLOSÕES FÍSICAS:

São aquelas onde não ocorre uma reação química, isto é, não ocorre mudança na composição dos produtos envolvidos.

Há dois tipos de explosões físicas: as pneumáticas ou mecânicas e aquelas caracterizadas por uma "vaporização brutal".

Estes fenômenos são produzidos pela brusca expansão de um gás ou líquido mantido a uma alta pressão interna decorrente do rompimento do recipiente que o contém.

Orompimento do recipiente pode ter duas causas básicas:

•aumento da pressão interna a um nível muito elevado (devido a uma combustão interna ou um enchimento excessivo do recipiente)

•diminuição da resistência do recipiente (por exposição ao fogo, por corrosão, por uma falha mecânica)

A "vaporização brutal" de um líquido ocorre quando dois líquidos A e B de pontos de ebulição muito distintos são misturados, se o líquido A, de maior ponto de ebulição, estiver a uma temperatura superior ao ponto de ebulição do líquido B, este se vaporizará rapidamente, expulsando bruscamente todo o conteúdo do recipiente que receber os dois líquidos.

Uma ignição não imediata de uma liberação continua ou instantânea de vapores inflamáveis pode resultar numa explosão não confinada.

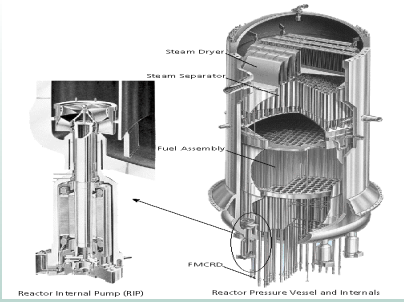
Existem dois efeitos associados com a combustão de uma grande nuvem de vapores ou gases não confinados:

•efeito térmico

•efeito de pressão

VASOS DE PRESSÃO

EFEITOS DE UMA EXPLOSÃO



Os efeitos de uma explosão dependerão de diversos fatores, entre os quais destacam-se:

•o tipo de explosão (química, física)

•a quantidade de produtos envolvidos

•se a explosão se dá num local aberto ou confinado (o efeito será mais danoso neste último caso)

•a localização do equipamento em relação a outros equipamentos ou unidades.

Uma explosão poderá, então, causar danos das mais variáveis, em particular citamos:

•destruição do equipamento (se este não resistir à pressão da explosão)

•chamas, gases quente, produtos incandescentes poderão ser lançados nas regiões vizinhas, causando incêndios.

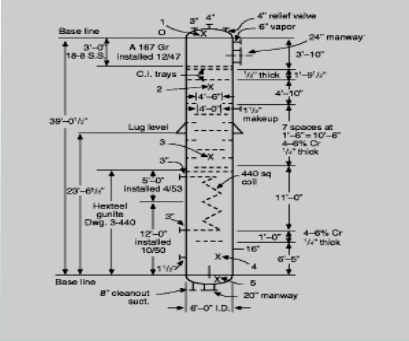
•a onda de pressão dos gases quentes pode causar ferimentos e danos pelo efeito direto da rápida aplicação de alta pressão à unidade, prédios e pessoas.

•objetos no caminho da onda de explosão podem ser transformar em níveis perigosos.

Dentro dos limites de inflamabilidade a chama se propaga à temperaturas acima de 1000 °C. O volume dos gases expandidos após a combustão, é da ordem de 5 a 8 vezes maior do que o volume inicial da nuvem. É possível também, que os gases inflamáveis entrem em salas e prédios causando explosões confinadas com poder de destruição muito maiores. As conseqüências da radiação emitida por uma explosão, são as mesmas apresentadas para o caso de incêndios.

Fosfertil

VASOS DE PRESSÃO



CONSEQUÊNCIAS DE INCÊNDIO

Um incêndio pode gerar explosões, quando equipamentos são envolvidos pelas chamas ou recebem radiações incidentes importantes.
Um exemplo clássico é a ignição de um material inflamável perdido por um reservatório de estocagem. A poça formada no dique queima e as paredes do próprio reservatório, ou dos existentes nas proximidades se aquecem e se pressurizam até a sua ruptura, com efeitos de sabre pressão e bola de fogo.O calor gerado por um incêndio é dissipado através de condução, convecção e radiação.
A maior parte do calor transferido de um incêndio é por convecção e radiação.Os efeitos sobre equipamentos, prédios e outros materiais também dependem do tempo de exposição e de variáveis mais complexas como:
-a natureza do material
-sua capacidade de absorver radiação e convertê-la em calor
-da taxa de formação de produtos voláteis quando aquecida
As conseqüências de uma chama direta ou de radiação emitida por uma chama sobre equipamentos, pode ser avaliada através do aquecimento das paredes submetidas a uma dada radiação em função do tempo.
Com a comparação da variação de temperatura da chapa metálica em função do tempo de duração de um incêndio, com a temperatura provável de fragilização do metal nas condições de pressão e temperatura dentro do equipamento, pode-se estimar o tempo após o inicia da incêndio, que o equipamento tem grande probabilidade de romper por fragilização.

VASOS DE PRESSÃO

CONSEQUÊNCIAS DE INCÊNDIO

Os efeitos da radiação térmica em seres humanos tem sido extensivamente estudados e existem tabelas publicadas como a representada abaixo:

DOSE DE RADIAÇÃO TÉRMICA (kj/m2)	TIPO DE DANO
40	Limite da dor
100	Queimadura solar (Queimadura de 1º grau)
150	Queimadura de 2° grau (chagas)
250	Queimadura de 3° grau com 1% de fatalidade
500	Queimadura de 3° grau com 50% de fatalidade
1200	**Queimadura de 3° grau com 100% de fatalidade**

VASOS DE PRESSÃO

BOILING LIQUID EXPANDING VAPOUR EXPLOSION

BLEVE é uma explosão de gás ou vapor em expansão proveniente de um líquido em ebulição. É também definido como o mais grave modo de falha de um recipiente como resultado da ruptura de seu casco no momento em que o conteúdo líquido está acima do seu ponto de ebulição à pressão atmosférica normal, geralmente devido a um exposição de recipiente a um incêndio. Ocorre quando um vaso de pressão é aquecido de forma que o metal perde sua resistência e falha

VASOS DE PRESSÃO

CONDIÇÕES PARA OCORRER UM BLEVE

Deve haver uma substância líquida confinada. A maioria dos Bleves ocorridos envolveram líquidos inflamáveis e gases liquefeitos inflamáveis, porém mesmo se o fluído não for inflamável (água em tubulão de caldeira por exemplo) haverá danos devida a propulsão do recipiente ou de seus fragmentos
O líquido deve estar num recipiente que o deixe confinado. Um Bleve pode ocorrer mesmo se o recipiente possuir válvula de alívio
O líquido do recipiente deve estar a uma temperatura acima de seu ponto de ebulição normal à pressão atmosférico
Deve ocorrer uma falha no recipiente. Esta falha pode ser causada por
Contato com fogo que enfraquece o recipiente na região do vapor resultando na perda da resistência à tensão e o recipiente não consegue suportar a pressão interna.
Fraqueza inerente estrutural do recipiente, por exemplo perda de espessura por corrosão
Falha, falta ou uso impróprio das válvulas de segurança que permitem que a pressão interna aumente até determinado nível.
Impacto de origem mecânica como um acidente rodoviário ou descarrilhamento de vagões permitindo que os líquidos inflamáveis vaporizem e formem uma nuvem de gás.
A força física que causa o Bleve deve-se à grande taxa de expansão líquido/vapor do líquido contido no recipiente.
O propano sofre uma expansão de 2500 vezes o seu volume quando passa de líquida a vapor e a água 1700 vezes o seu volume original. E esse processo de expansão que fornece a energia para a propagação de fendas na estrutura do recipiente, propulsão do recipiente ou de seus fragmentos, e a rápida mistura do vapor da recipiente com o ar, resultando na característica bola de fogo, quando líquidos inflamáveis estão envolvidos.

VASOS DE PRESSÃO

COMO PREVENIR UM BLEVE

•**LIMITAÇÃO DE PRESSÃO:** Sempre que houver possibilidade deve-se despressurizar o vaso sob fogo de forma a minimizar a pressão interna do mesmo.

•**LIMITAÇÃO DE TEMPERATURA DO RECIPINTE:** A limitação da temperatura da parede do recipiente evita o atingimento da zona de influência/escoamento do material evitando que o mesmo falhe. A proteção contra incêndio é baseada na extinção do fogo ao qual o recipiente esta exposto ou na limitação do tamanho e/ou duração do fogo. O resfriamento do recipiente é obtido pela aplicação de água (aplicável apenas para Bleves causados por fogo, inadequado para vasos criogênicos)

.LIMITAÇÃO CONTRA IMPACTO: Alternativa adequada para vasos de pressão móveis.

VASOS DE PRESSÃO

CAUSAS DE SOBREPRESSÃO

Os vasos de pressão podem ser submetidos a níveis de pressão em que seus dispositivos de alivio devem ser acionados para evitar a ruptura do vaso.

Os cenários possíveis onde uma sobre pressão possa ser criada são:

1.Fogo
2.Falha operacional
3.Falha de equipamento
4.Anormalidades do processo
5.Falha de utilidades

VASOS DE PRESSÃO

CAUSAS DE SOBREPRESSÃO

FOGO

O principal resultado de uma exposição ao fogo de um vaso de pressão, é o ingresso de calor causando expansão térmica, vaporização ou decomposição induzida pelo calor, resultando em aumento de pressão. Como resultado adicional da exposição ao fogo está o superaquecimento da parede do vaso em altas temperaturas no espaço do vapor onde a parede não é resfriada pelo líquido. Neste caso, a parede do vaso poderá falhar em pressões inferiores ao ponto de abertura do sistema de alívio.

Um vaso de pressão exposto a fogo, não protegido par anéis de resfriamento, jatos de água de resfriamento ou por isolamento poderá superaquecer-se e falhar em poucos minutos.

VASOS DE PRESSÃO

CAUSAS DE SOBREPRESSÃO

FALHA OPERACIONAL:

Os seguintes cenários de falhas operacionais poderão resultar em condições de sobre pressão:

BLOQUEIO À JUSANTE

Erros operacionais ou de manutenção (especialmente após uma parada longa de manutenção) podem bloquear a saída de um fluxo líquido ou gasoso de um equipamento de processo resultando em uma condição de sobre pressão.

PERDA DE UMA RELAÇÃO REACIONAL ADEQUADA

Em reatores onde ocorre redução de volume, a perda de uma relação adequada entre os reagentes durante a operação provocará uma condição se sobre pressão.

FLASHEAMENTO DE UM LÍQUIDO EM VASO À JUSANTE

Em caso de falha de válvulas de controle instaladas em vasos de alta pressão contendo líquidos, a geração de enormes quantidades de vapor poderão pressurizar os vasos situados à jusante.

PERDA DE REFLUXO OU DE RECIRCULAÇÃO

A perda de refluxo ou recirculação em torres de destilação podem ser causadas por falha de energia elétrica, falha de bombas ou falha de controle de vazão, poderão causar sobrepressurização das colunas.

VASOS DE PRESSÃO

CAUSAS DE SOBREPRESSÃO

FALHA DE EQUIPAMENTO

1. RUPTURA DE TUBOS EM TROCADOR DE CALOR

O Código ASME estabelece que os trocadores de calor e outros vasos devem ser protegidos com um dispositivo de alivio de capacidade suficiente para evitar sobre pressão no casco em caso de falha interna.

2. VÁLVULAS DE CONTRÔLE

As premissas de projeto devem incluir a possibilidade de sobre pressão devido a falha de válvula de controle. Dois cenários podem ser avaliados:

Falha de válvula de controle na posição totalmente aberta causando um elevado fluxo de liquido entrando em um vaso de menor pressão. Neste caso é possível ocorrer um flasheamento parcial do fluído através da válvula causando fluxo bifásico

Falha de válvula de controle na posição fechada submetendo um vaso a pressão total de um compressor ou bomba.

VASOS DE PRESSÃO

CAUSAS DE PERDA DE FLUIDOS DE VASOS DE PRESSÃO

Os desvios das condições de operação são as causas responsáveis pela maioria da falhas em serviço dos vasos de pressão. Excursões em temperaturas e pressões podem criar tensões para as quais o equipamento não estava projetado para resistir.

VASOS DE PRESSÃO

CONTROLE DE RISCOS

O objetivo da avaliação de risco é identificar, avaliar e controlar perigos presentes em um determinado processo.

Os perigos podem ser definidos como as características dos sistemas, processos ou unidades que devem ser controlados para evitar a ocorrência de eventos indesejáveis.

As características do fluido de trabalho:

- propriedades gerais
- reatividade
- inflamabilidade
- toxidez
- Estabilidad

Condições de processo

As condições de processo, tais como pressão e temperatura, tem suas próprias implicações e perigos. Altas pressões e temperaturas criam tensões que devem ser acomodadas pelo projeto. Temperaturas e pressões extremas não são um problema quando tratadas individualmente, mas são quando consideradas juntas. A combinação das condições extremas resulta em um aumento no custo devido a necessidade de material com alta resistência mecânica e à corrosão.

Volume do inventário

Um fator comum nos maiores desastres da indústria química é a liberação de grandes quantidades de substâncias perigosas.Um dos melhores caminhos de obter uma unidade segura é através da redução quantitativa de substâncias perigosas armazenadas e que em uma emergência podem ser liberadas.

VASOS DE PRESSÃO

CONTROLE DE RISCOS

Dispositivos de proteção

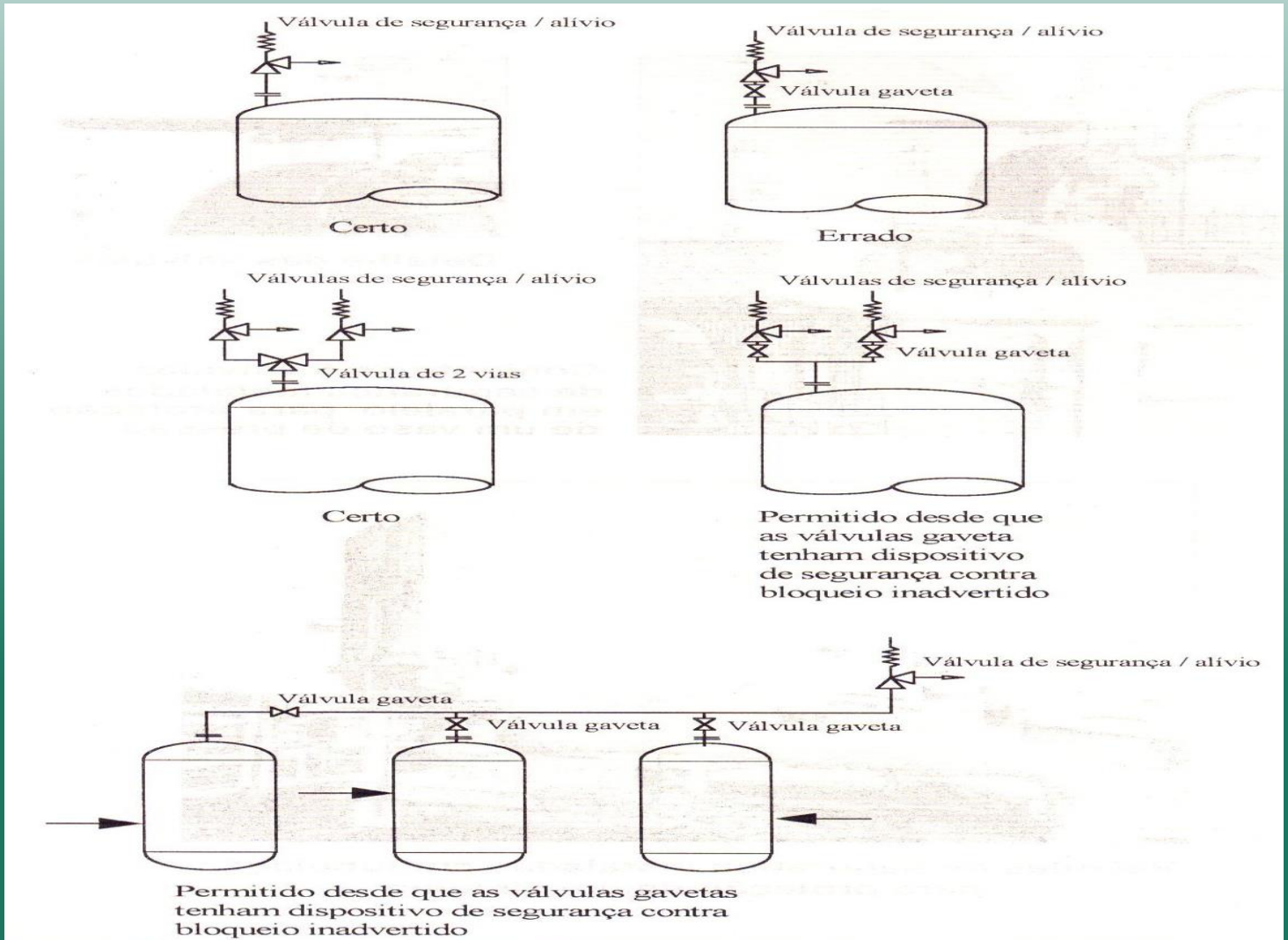
Embora considerando a maior pressão possível em operação e os estabelecidos nos códigos de projeto, os vasos de pressão devem possuir um sistema de alívio de pressão. Estes dispositivos normalmente são representados por válvulas de segurança ou discos de ruptura.

Os dispositivos supra mencionados necessitam estar adequadamente instalados, isto é, devem estar ligados ao vaso de pressão ou a o sistema a ele conectado.

Vasos de pressão protegidos por duas ou mais válvulas de segurança com bloqueios independentes são utilizados quando se deseja facilidades de manutenção. É mandatório e exigido pela legislação brasileira que os bloqueios que permitam isolar a válvula de segurança do vaso disponha de dispositivo contra o bloqueio inadvertido como mostram as Figuras:

VASOS DE PRESSÃO

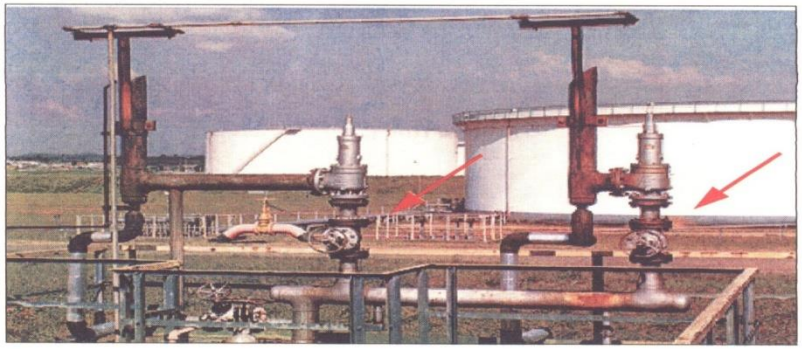
EXEMPLOS DE INSTALAÇÃO DE VÂLVULAS DE SEGURANÇA E SEUS BLOQUEIOS



VASOS DE PRESSÃO

SITUAÇÕES POSSÍVEIS DE MONTAGEM DE BLOQUEIOS DE PSV'S

Válvula de segurança provida de bloqueio "*a montante*" com dispositivo de segurança contra bloqueio inadvertido (corrente com cadeado no volante de bloqueio)



Par de válvulas de segurança instalado em tubulações ligadas a um *vaso de pressão*. Observe que os bloqueios "a *montante*" não estão providos de dispositivo contra bloqueio inadvertido ferindo a NR-13

VASOS DE PRESSÃO

CONTROLE DE RISCOS

EVITAR MISTURA EXPLOSIVA

Os gases inflamáveis, como hidrogênio, metano, propano e outros, bem como os vapores liberados pelos líquidos inflamáveis (acetona, gasolina, querosene,...) quando misturados em proporções adequadas com o ar ou com o oxigênio puro, formam as chamadas misturas inflamáveis ou misturas explosivas.

Uma das formas de reduzir a probabilidade de explosões em vasos de pressão é eliminar a formação de misturas explosivas quando do comissionamento, operação ou parada.

Uma das formas usuais de evitar a faixa de explosividade é através do deslocamento do ar (purga) com vapor ou nitrogênio antes de alimentar a substância inflamável.

EVITAR RESFRIAMENTO ABAIXO DO LIMITE DO MATERIAL

Em todos os vasos onde existirem gases, em temperatura ambiente ou mais alta, liquefeitos sob pressão, a temperatura pode cair até o valor da temperatura de ebulição do gás, à pressão atmosférica, em qualquer ponto onde houver, por alguma razão, um escapamento do gás para o exterior ou uma despressurização brusca para um sistema de menor pressão.

Como as temperaturas de ebulição dos gases à pressão atmosférica são muito baixas, podem acontecer acidentes catastróficos de fratura frágil em equipamentos construídos de aço-carbono e dos aços-liga e alguns aços inoxidáveis.

VASOS DE PRESSÃO

CONTROLE DE RISCOS

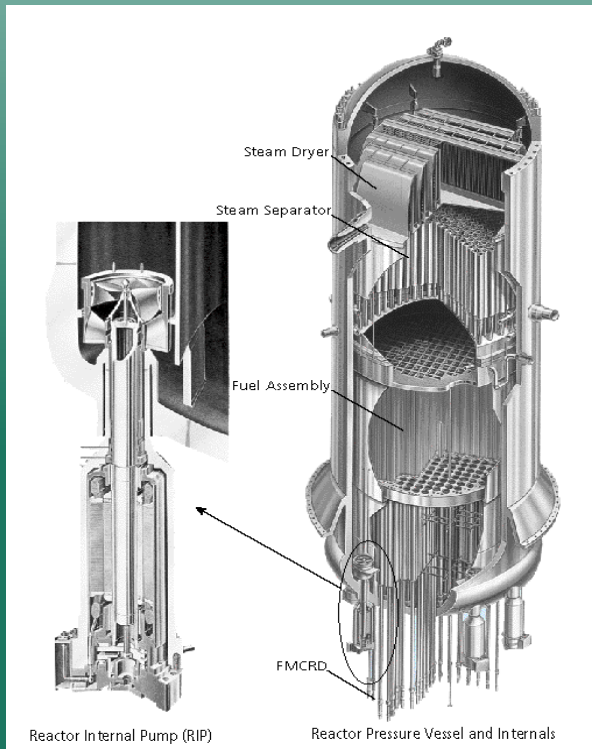
CONTAMINAÇÃO DO FLUÍDO DE TRABALHO

Todas as salvaguardas que um bom projeto oferece podem ser eliminadas se durante a operação ou manutenção o meio ambiente for alterado.

O resultado da interação do metal do vaso de pressão com o meio ambiente é chamado de corrosão. Havendo contaminação do fluído de trabalho com algumas substâncias poderemos ter conseqüências graves para os equipamentos de processo sendo que em alguns casos podem levar a falhas catastróficas.

OS METAIS E A CORROSÃO SOB TENSÃO

METAL	*MEIO CORROSIVO*
Aço inoxidável austenítico	• Cloretos (CI) • Caústicos concentrados • Sulfeto de Hidrogênio (H_2S)
Aço Carbono	• Caústico concentrado • Soluçào de nitratos concentrada • Amônia anidra • Soluções de carbonato e bicarbonatos
Ligas de Cobre	• Vapores e soluções amoniacais • Aminas • Dióxido de enxofre • Nitratos e nitritos



VASOS DE PRESSÃO
CONTROLE DE RISCOS

ACOMPANHAMENTO DOS ELEMENTOS DE PROTEÇÃO

Uma das formas de garantir de que os elementos de proteção do vaso de pressão atue adequadamente é através de um acompanhamento periódico. A seguir listamos alguns cuidados que o corpo operacional deve ter com estes elementos:

VALVULAS DE ALIVIO: Estes equipamentos necessitam ser recalibrados periodicamente e inspecionados com freqüência visando determinar se:

•não há nenhum bloqueio isolando a válvula do vaso.
•a válvula está dando passagem
•se o seu suporte está evitando tensão na flange de descarga
•se há algum vazamento pelo corpo
•o orifício de drenagem de líquido da tubulação de
•descarga não está obstruído. O acúmulo de liquido nesta
•tubulação constitui-se em situação de alto risco devido ao
•golpe de aríete.
•ocorre corrosão interna
•ocorre deposição de depósitos via tubulação de descarga

•**DISCOS DE RUPTURA:** Os discos de ruptura devem ser inspecionados quanto a:
•ruptura indicativa que o equipamento esteve sobrepressurizado.
•montagem correta
•situação do bloqueio á montante (quando houver)

VASOS DE PRESSÃO

CONTROLE DE RISCOS

PLANO DE RAQUETEAMENTO

Para facilitar os serviços de liberação de equipamentos, permitir o acesso seguro e evitar formação de misturas explosivas, deve existir, em cada unidade, um plano de raqueteamento.

Através de um plano de raqueteamento, uma lista de flanges e raquetes adequada,s são elaboradas previamente ao uso. A tarefa da instalação e remoção, passa a ser item incluso no detalhamento dos serviços de manutenção.

VERIFICAÇÃO DO FUNCIONAMENTO DE INTERLOQUES

O sistema de interloque das unidades químicas visa impedir que aconteça uma condição de segurança inaceitável.

Através de estudos de analise de risco verifica-se o quanto adequados estão os interloques considerando-se que os mesmos atuem automaticamente independente de permissão do operador. Portanto, e muito importante que antes de cada partida da unidade o perfeito funcionamento dos interloques seja realizado pelo operador.

A cada desarme da unidade deve-se constatar se o sistema de intertravamento operou conforme previsto em projeto.

O conhecimento dos sistemas de interloques, a execução de testes de operação e a disponibilidade de diagramas lógicas ao operador são condições fundamentais para a segurança da unidade.

VASOS DE PRESSÃO

CONTROLE DE RISCOS

EVITAR A FORMAÇÃO DE VÁCUO

Qualquer operador experiente tem alguma passagem a contar sobre a formação de vácuo no interior de equipamentos e os seus riscos.

O projeto de vasos de pressão para resistir a pressões internas é o usualmente praticado e bem compreendido. Em condições de vácuo os equipamentos ficam sob a pressão externa da atmosfera e o projeto é mais difícil do que para pressões internas.

A seguir citamos algumas **causas óbvias de formação de vasos de pressão:**

•Retirada de líquido por bomba ou drenagem pela gravidade

•Remoção de gás ou vapor pela ação de soprador ou ejeto

•Sifonamento de líquidos

Causas menos óbvias são:

•Condensação do vapor

•Resfriamento de gás quente

•Combinação de resfriamento e condensação de uma mistura de gás e vapor

Causas ainda menos óbvias são:

•Absorção de um gás em um líquido, como amônia em água, gás carbônico em água, cloreto de hidrogênio em água.

•Reação entre dois ou mais gases formando um líquido ou sólido, como a reação de amônia com brometo de hidrogênio para formar brometo de amônia

•Reação de um gás e um sólido para formar um sólido, como ar mais óxido de ferro (FeO) para formar Fe_2O_3 na presença de água.

•Obstrução das válvulas quebra vácuo por depósitos de respingos em tanques de armazenamento óleos pesados.

VASOS DE PRESSÃO

CONTROLE DE RISCOS

TIPOS DE FALHAS EM VASOS DE PRESSÃO DE UNIDADE DE AMONIA

A deterioração dos vasos de uma unidade de amônia depende das condições de temperatura, pressão e composição do fluxo. O potencial de ataque pelo hidrogênio existe na Seção de Conversão de CO, Metanação (em plantas de Reforma a Vapor) e na Seção de Conversão de Amônia.

O fenômeno denominado “metal dusting” (corrosão a alta temperatura) é encontrado em modernas (mega) plantas de amônia e metanol. Em plantas de amônia ocorre em regiões onde há elevadas concentrações de CO entre 700 e 800 C, isto é, após o Reformador Secundário. Nas plantas de metanol ocorre á jusante do reformador.

O fenômeno de metal dusting está relacionado com o potencial do carbono presente no gás cru e caracteriza-se como uma carbonetação catastrófica levando a danos intensos em questão de semanas.

Outro fenômeno possível de ocorrer em Unidades de Amônia é a nitretação.

A nitretação poderá ocorrer nos internos do Reator de Síntese, Trocador Gás-Gás e Pré Aquecedor de Partida. Normalmente, o reparo ou substituição de componentes, tais como: cestos, telas ou tubos por metais mais resistentes é uma alternativa possível. A necessidade de substituição dos vasos é improvável mas dependerá do intervalo de inspeções e previsão de vida útil residual.

Uma ocorrência importante em Unidades de Amônia refere-se a corrosão sob tensão em vasos de armazenamento.

VASOS DE PRESSÃO

CONTROLE DE RISCOS

CORROSÃO SOB TENSÃO NO ARMAZENAMENTO DE AMONIA

Amônia anidra é usualmente estocada em tanques e vasos de aço carbono que é o material mais econômico atualmente conhecido.

É fato conhecido que vasos de aço carbono utilizados com amônia desenvolvem uma forma lenta e progressiva de corrosão denominada “corrosão sob tensão”.

Vários estudos tem sido desenvolvidos nesta área obtendo as seguintes conclusões:

•a corrosão sob tensão é influenciada pelo teor de água e pelo teor de oxigênio dissolvido.

•a adição de água a amônia reduz a incidência da corrosão sob tensão porém não evita sua ocorrência na fase vapor devido a distribuição adversa da água com o tempo.

•o crescimento das trincas diminui sensivelmente com o tempo

•a ocorrência da corrosão sob tensão é reduzida e sua propagação é mais lenta a -33 C do que a 1 8 C.

Para minimizar o fenômeno da corrosão sob tensão os seguintes controles operacionais devem ser efetuados:

TEOR DE OXIGENIO: As esferas que são alimentadas exclusiva e diretamente com amônia apresentam teor de oxigênio inferior às esferas que recebem amônia importadas de várias procedência . As manobras mais críticas constituem-se os comissionamentos e recomissionamentos. Portanto a purga das esferas e tanques criogênicos, deve seguir um procedimento orientativo de forma a assegurar um valor máximo de 2-3 ppm de oxigênio na amônia líquida após o comissionamento.

TEOR DE ÁGUA: Estudos de longa data demonstram que vasos de estocagem de amônia que operam a 1 8 C e que tenham um teor de oxigênio inferior a 10 ppm tem o processo de corrosão sob tensão inibido se o teor de água for mantido em valor superior a 250 ppm. Se o teor de oxigênio aumentar a 50 ppm, o teor de água necessário será de 1000 ppm no mínimo. Quando a unidade produz amôniap raticamente anidra deve-se adicionar água de forma a manter um teor ao redor de

VASOS DE PRESSÃO

CONTROLE DE RISCOS

VERIFICAÇÃO OPERACIONAL NOS VASOS DE PRESSÃO

Sendo equipamentos estáticos, os vasos de pressão não exigem uma supervisão continua por parte dos operadores quando a unidade está em operação. Está situação modifica-se totalmente quando da manutenção onde limpezas, inspeções e liberações são necessárias. Nas inspeções é possível observar os resultados de desvios operacionais, tais como despressurizações súbitas ou taxa de pressurização elevada sobre os internos dos vasos de pressão.

VASOS DE PRESSÃO

CASOS DE FALHAS EM VASOS DE PRESSÃO

FALHA DE UM TUBO DO PRÉ-AQUECEDOR DE PARTIDA DO REA TOR DE AMÔNIA STANDARD OIL CHEMICAL CO.

A Standard Oil Chemical Co., possue e opera uma unidade de 1.360 t/d de amônia em Lima, Ohio, USA.

Em 09 de Julho de 1985, um tubo do aquecedor de partida rompeu causandoincêndio e parada da unidade. Felizmente não houve danos pessoais e os efeitos limitaram-se ao equipamento e áreas vizinhas. A ruptura do tubo ocorreu durante a operação de secagem do refratário quando um dos três queimadores estava em fogo baixo, a saída de gás das serpentinas do pré-aquecedor estava fechada e a entrada aberta para evitar sobrepressão. O sistema estava pressurizado a 100 bar.

O forno apresentava apenas indicação da temperatura do gás na saída da serpentina e nos gases de combustão. O material dos tubos da serpentina era SA-A21 7-T5 (5% Cr - 1% Mo)

REPAROS /MODIFICAÇÕES

•Foram instalados 6 termopares (2 por serpentina) para medir temperatura do metal.

•O procedimento operacional foi alterado de forma que o aquecedor de partida seja retirado de operação logo que a reação no reator se estabilize visado diminuir a taxa de nitretração.

AVALIAÇÃO

•Exames metalográficos demonstram que o tubo estava com 1,89% de nitrogênio enquanto que o material novo apresenta 0,0065% indicando que ocorreu difusão do nitrogênio e a reação com a parede do tubo. O fenômeno de nitretação é possível pois no final de aquecimento o gás em reciclo apresenta teores de amônia de 3 a 5% provocando o endurecimento do metal.

VASOS DE PRESSÃO

CASOS DE FALHAS EM VASOS DE PRESSÃO

INCÊNDIO E FALHA NO PRÉ-AQUECEDOR DE PARTIDA DO REATOR DE SÍNTESE
MONSANTO Co - LuIing, La – USA

A Monsanto opera 3 unidades de amônia em Luling, Lousiana. Em fevereiro de 1 979, ocorreu incêndio devido ruptura da serpentina de um dos pré-aquecedores de partida. O forno utilizava quatro queimadores a gás natural, era dotado de indicadores de proteção por alta temperatura (com desarme) na saída do gás de síntese e na saída dos gases da chaminé. O fluxo de gás pelo aquecedor era medido pelo indicador de fluxo de gás frio na entrada do reator.

HISTÓRICO DO ACIDENTE

Eram 16:30h de 06/02/1 979 quando iniciou-se o acendimento do forno para aquecimento do reator. As válvulas de entrada e saída do forno de gás de síntese foram abertas e a pressão foi equalizada com o loop de síntese (61 bar). Ás 19:30h estabeleceu-se a circulação pela abertura das válvulas motorizadas na descarga e no reciclo do compressor de gás de síntese. Tentando aumentar a circulação foi iniciado o fechamento das válvulas anti-surg

As 20:30 h ocorreu o rompimento da serpentina, neste ponto a pressão no loop era de 75 bar.

AVALIAÇÃO

Verificou-se que o tubo rompeu devido escoamento causado por superaquecimento localizado. Constatou-se que o indicador de fluxo não tinha sido devidamente calibrado. Estava calibrado em range de O - 16,5 m^3/s quando o fluxo de operação normal era de 4,72m^3/s

Os alarmes de baixo fluxo tinham sido desalinhados pois ficavam alarmando em operação normal.

MODIFICAÇÕES

Instalado um elemento de medição de vazão na linha de saída de gás de síntese do forno com registro e interloque para trip dos queimadores.

Substituidos os tubos da fornalha por material mais adequado.

Remoção do damper devido ao risco do mesmo estar fechado durante a operação do forno.

VASOS DE PRESSÃO

Documentação (Projeto de Instalação)

O "Projeto de Instalação" deve conter pelo menos a planta baixa do estabelecimento, com o posicionamento e a categoria de cada vaso e das instalações de segurança.

Todo vaso de pressão deve ser instalado de modo que todos os drenos, respiros, bocas de visita e indicadores de nível, pressão e temperatura, quando existentes, sejam facilmente acessíveis

Quando os vasos de pressão forem instalados em ambientes fechados, a instalação deve satisfazer os seguintes requisitos:
a) dispor de pelo menos duas saídas amplas, permanentemente desobstruídas e dispostas em direções distintas;
b) dispor de acesso fácil e seguro para as atividades de manutenção, operação e inspeção, sendo que, para guarda-corpos vazados, os vãos devem ter dimensões que impeçam a queda de pessoas;
c) dispor de ventilação permanente com entradas de ar que não possam ser bloqueadas;
d) dispor de iluminação conforme normas oficiais vigentes;
e) possuir sistema de iluminação de emergência.

Quando o vaso de pressão for instalado em ambiente aberto a instalação deve satisfazer as alíneas “a”, “b”, “d” e “e”.

VASOS DE PRESSÃO

Documentação (Projeto de Instalação)

Constitui risco grave e iminente o não atendimento às seguintes alíneas:
- "a", "c", "e" para vasos instalados em ambientes fechados;
- “a” para vasos instalados em ambientes abertos;
- "e” para vasos instalados em ambientes abertos e que operem à noite.

a) dispor de pelo menos duas saldas amplas, permanentemente desobstruídas e dispostas em direções distintas;
b) dispor de acesso fácil e seguro para as atividades de manutenção, operação e inspeção, sendo que, para guarda-corpos vazados, os vãos devem ter dimensões que impeçam a queda de pessoas;
c) dispor de ventilação permanente com entradas de ar que não possam ser bloqueadas;
d) dispor de iluminação conforme normas oficiais vigentes;
e) possuir sistema de iluminação de emergência.

Quando o estabelecimento não puder atender o disposto no item anterior, deve ser elaborado “Projeto Alternativo de Instalação” com medidas complementares de segurança que permitam a atenuação dos riscos.

VASOS DE PRESSÃO

Documentação (Manual de Operação)

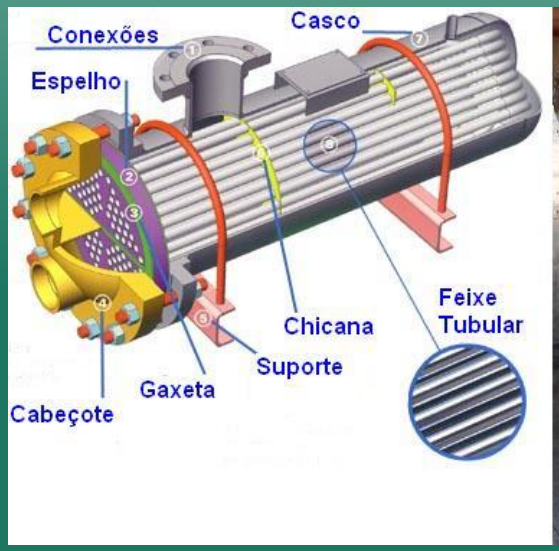
Todo vaso de pressão enquadrado nas categorias “I” e “II” deve possuir Manual de Operação de fácil acesso aos operadores.

a) procedimentos de partidas e paradas;

b) procedimentos e parâmetros operacionais de rotina;

e) procedimentos para situações de emergência;

d) procedimentos gerais de segurança, saúde e de preservação do meio ambiente.



VASOS DE PRESSÃO

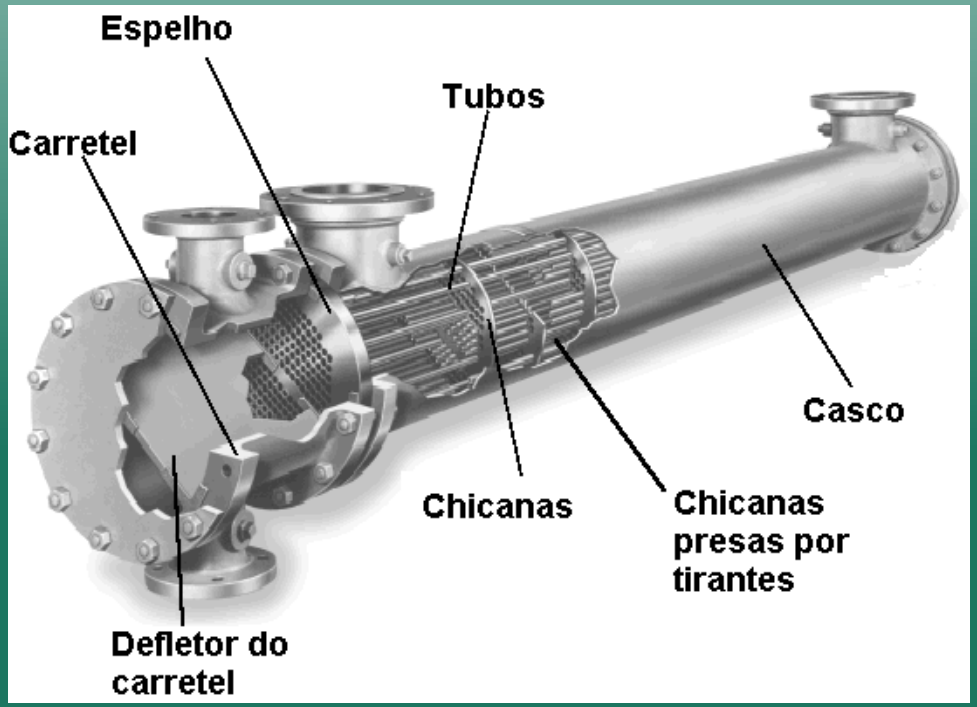
Documentação (Projetos de Alteração e Reparo)

Projetos de Alteração ou Reparo" devem ser concebidos previamente nas seguintes situações:

a) sempre que as condições de projeto forem modificadas;

b) sempre que forem realizados reparos que possam comprometer a segurança.

Reparos ou alterações que envolvam as especialidades de eletricidade, eletrônicas ou química deverão ser concebidos e assinados por profissionais legalmente habilitados.



VASOS DE PRESSÃO

Documentação (Certificado de Treinamento)

A operação de unidades que possuam vasos de pressão de categoria "I“ ou “II” deve ser efetuada por profissional com “Treinamento de Segurança na Operação de Unidades de Processo", sendo que o não atendimento a esta exigência caracteriza condição de risco grave e iminente.

Todo profissional com "Treinamento de Segurança na Operação de Unidades de Processo", deve cumprir estágio prático, supervisionado, na operação de vasos de pressão com as seguintes durações mínimas:

a) 300 (trezentas) horas para vasos de categorias “I" ou "II";

b) 100 (cem) horas para vasos de categorias "III", "IV" ou "V"

VASOS DE PRESSÃO

Documentação (Relatório)

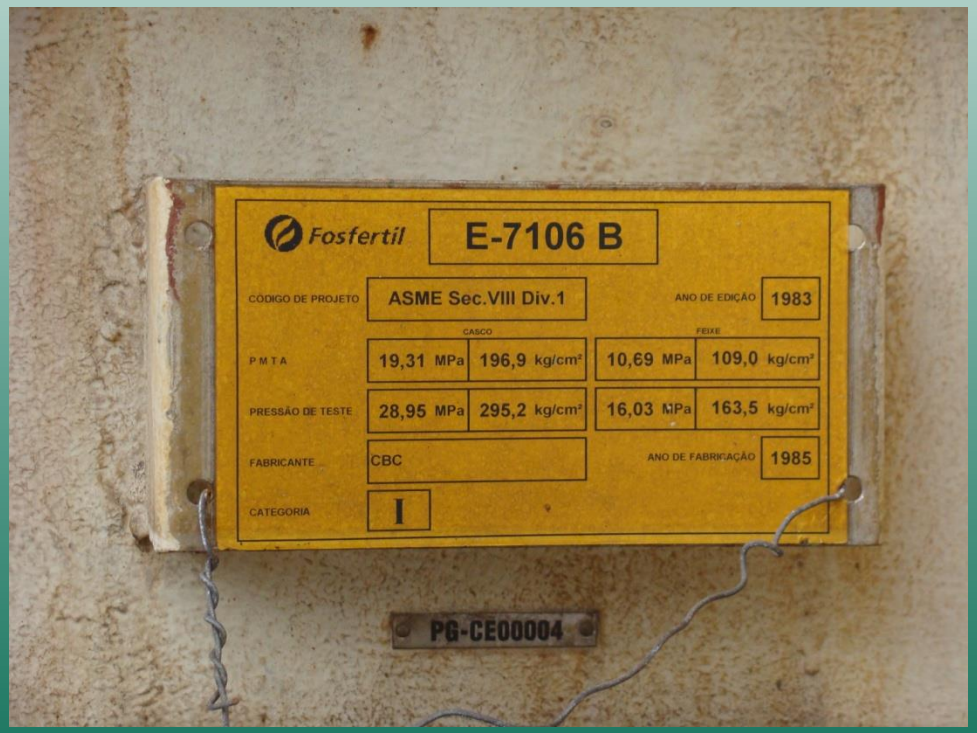
O Relatório de inspeção deve conter no mínimo:

a) identificação do vaso de pressão;
b) fluidos de serviços e categoria do vaso de pressão;
c) tipo do vaso de pressão;
d) data de inicio e término da inspeção;
e) tipo de inspeção executada;
f) descrição dos exames e testes executados;
g) resultado das inspeções e intervenções executadas;
h) conclusões;
i) recomendações e providências necessárias;
j) data prevista para a próxima inspeção;
k) profissional do "Profissional Habilitado", nome legível e
l) nome legível, assinatura e número do registro no conselho
assinatura de técnicos que participaram da inspeção.

VASOS DE PRESSÃO

Placa de Identificação

IDENTIFICAÇÃO DO EQUIPAMENTO
SERVIÇO
CÓDIGO DE PROJETO
FABRICANTE
LOCALIZAÇÃO
Nº DE FABR. E DATA
NOTA: 1 MPa = 10,197 Kgl/cm2
PRESSÃO DE PROJETO
PRESSÃO DE TRABALHO
PRESSÃO TESTE HIDROSTÁTICO
PMTA
TEMPERATURA DE PROJETO
TEMPERATURA DE OPERAÇÃO
SOBRESPESSURA DE CORROSÃO
ALIVIO DE TENSÕES
RADIOGRAFIA



Além da placa de identificação, deverão constar em local visível, a categoria do vaso e seu número ou código de identificação

VASOS DE PRESSÃO

Placa de Identificação

VASOS DE PRESSÃO

Dispositivos de Segurança

As válvulas de segurança dos vasos de pressão devem ser desmontadas, inspecionadas e recalibradas por ocasião do exame interno periódico.
Os serviços previstos nesse item poderão ser realizados pela remoção da válvula e deslocamento para oficina ou no próprio local de instalação.

Conforme ASME VIII , Boiler & Pressure Vessel Code, Division 1, part UG-126, page 94:
Todos os vasos de pressão devem ser protegidos por uma válvula de alívio de pressão, que deve garantir que a pressão não suba acima de 10% ou 3 psi da pressão máxima de trabalho admissível (PMTA

VASOS DE PRESSÃO

Risco Grave e Iminente

O que é risco grave e iminente?
A falta de:
a) válvula ou outro dispositivo de segurança com pressão de abertura ajustada em valor igual ou inferior a PMTA, instalada diretamente no vaso ou no sistema que o inclui;
b) dispositivo de segurança contra bloqueio inadvertido da válvula quando esta não estiver instalada diretamente no vaso:
c) instrumento que indique a pressão de operação

A operação de qualquer vaso de pressão em condições diferentes das previstas no projeto original, sem que:
a) Seja reprojetado, levando em consideração todas as variáveis envolvidas na nova condição de operação.
b) Sejam adotados todos os procedimentos de segurança decorrentes de sua nova classificação no que se refere a instalação, operação, manutenção e inspeção.

VASOS DE PRESSÃO

Inspeção

Os vasos de pressão devem ser submetidos a inspeções de segurança inicial, periódico e extraordinária.

A inspeção de segurança periódica, constituída por exame externo, interno e teste hidrostático, deve obedecer aos seguintes prazos máximos estabelecidos a seguir:

Sem SPIE

CATEGORIA DO VASO	EXAME EXTERNO	EXAME INTERNO	TESTE HIDROSTÁTICO
I	1 ANO	3 ANOS	6 ANOS
II	2 ANOS	4 ANOS	8 ANOS
III	3 ANOS	6 ANOS	12 ANOS
IV	4 ANOS	8 ANOS	16 ANOS
V	5 ANOS	10 ANOS	20 ANOS

Com SPIE

CATEGORIA DO VASO	EXAME EXTERNO	EXAME INTERNO	TESTE HIDROSTÁTICO
I	3 ANOS	6 ANOS	12 ANOS
II	4 ANOS	8 ANOS	16 ANOS
III	5 ANOS	10 ANOS	a critério
IV	6 ANOS	12 ANOS	a critério
V	7 ANOS	a critério	a critério

VASOS DE PRESSÃO

Teste Hidrostático

Vasos de pressão que não permitam o exame interno ou externo por impossibilidade física devem ser alternativamente submetidos a teste hidrostático.

Quando for tecnicamente inviável e mediante anotação no "Registro de Segurança" pelo “Profissional Habilitado", o teste hidrostático pode ser substituído por outra técnica de ensaio não-destrutivo ou inspeção que permita obter segurança equivalente.
Considera-se como razões técnicas que inviabilizam o teste hidrostático:
a) resistência estrutural da fundação ou da sustentação do vaso incompatível com o peso da água que seria usada no teste;
b) efeito prejudicial do fluido de teste a elementos internos do vaso;
c) impossibilidade técnica de purga e secagem do sistema;
d) existência de revestimento interno;
e) influência prejudicial do teste sobre defeitos subcríticos.

VASOS DE PRESSÃO

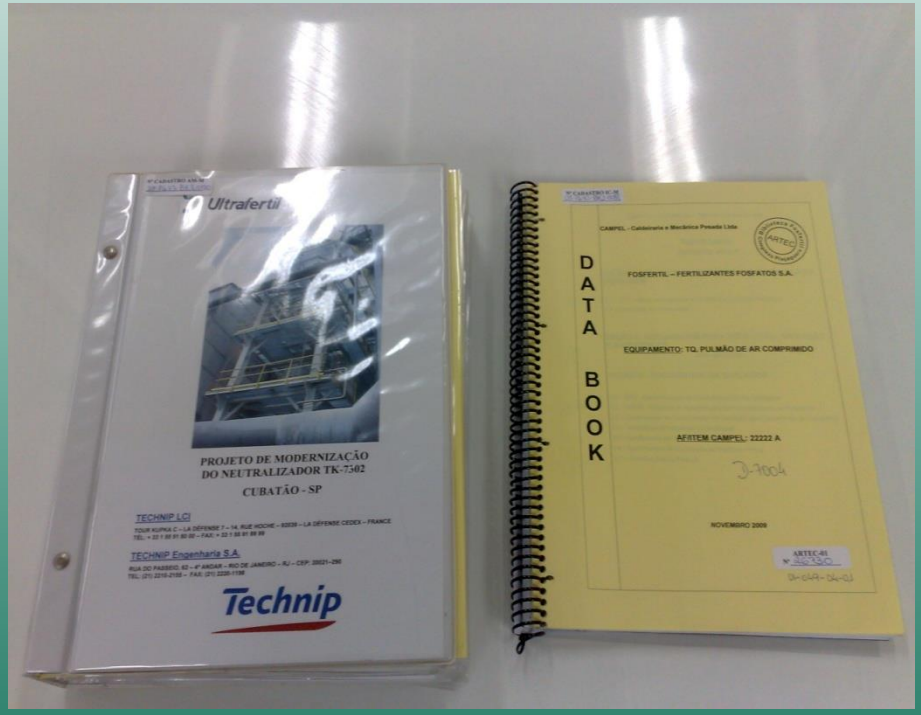
Inspeção

A inspeção de segurança extraordinária deve ser feita nas seguintes oportunidades:
a) sempre que o vaso for danificado por acidente ou outra ocorrência que comprometa sua segurança;
b) quando o vaso for submetido a reparo ou alterações importantes, capazes de alterar sua condição de segurança;
c) antes do vaso ser recolocado em funcionamento, quando permanecer inativo por mais de 12 (doze) meses;
d) quando houver alteração de local de instalação do vaso.

Ensaios não-destrutivos
- Inspeção visual
- Líquido penetrante
- Partículas magnéticas fluorescentes
- Ultra-som para medição de espessura
- Ultra-som para verificação da integridade das soldas

Ensaios especiais
- Análise metalográfica por réplica
- Ensaio mecânicos em amostra
- Endoscopia Industrial
- Correntes Parasitas
- Ensaio Íris
- Emissão Acústica

VASOS DE PRESSÃO

Data-book

Nome do cliente
Identificação do vaso
Categoria
Classe do fluído
Grupo de risco
Desenho / Croqui / Foto
Desenho da placa de identificação
Prontuário
Relatório de inspeção
Projeto de alteração e reparo
Manual de operação
Documentação do operador
Certificados de calibração das válvulas de segurança
ART - Anotação de Responsabilidade Técnica
Divisões para próxima inspeção