Sistema de gerenciamento de purgadores de vapor d'água

Colaboração dos Consultores Técnicos da Petrobras Enio Cesarim e Eduardo Coelho

1. Introdução

Em toda instalação industrial é importante efetuar o levantamento das reais condições de operação, do sistema de purga e retorno de condensado, das linhas de vapor vivo e de aquecimento de equipamentos, fim de conhecer, diagnosticar e a partir daí poder monitorar e corrigir as perdas.

O objetivo do gerenciamento de purgadores de vapor d'água instalados é, em resumo, avaliar claramente o desperdício ou perda de vapor e o represamento de condensado, nos purgadores de vapor, condições que afetam diretamente a qualidade dos produtos e o faturamento da empresa.

Em uma refinaria de destilação de petróleo, a quantidade de estações de purga de condensado e de purgadores de vapor chega a ser da ordem de 5 a 8 mil, ou até mais, a depender do porte da refinaria, o que pode ocasionar perdas importantes, devido a algum tipo de defeito, por ex. purgadores dando passagem ou bloqueados ou travados em operação e, portanto, inoperantes.

Purgadores defeituosos ou incorretos podem:

- Tornar um sistema de vapor em potencial de acidentes aos operadores.
- Reduzir a eficiência de produção.
- Causar problemas de qualidade do produto.
- Aumentar custos da manutenção.
- Aumentar o desperdício de energia.
- Ser causas de não-conformidade com padrões ambientais.

Para maior eficiência dos resultados obtidos no gerenciamento de purgadores de vapor, se deve, assim que possível, atualizar ou modernizar e padronizar as estações de vapor, em que estão instalados os purgadores.

A falta de padronização aliada à falta de manutenção acarretam maior quantidade de itens em estoque, devido à diversidade de tipos e tamanhos de purgadores de vapor, onerando os processos de aquisição e de controle de estoque.

No passado, para a manutenção desses sistemas, o tempo gasto para a remoção e reinstalação de purgadores avariados era muito alto quase proibitivo, por conta dos serviços necessários como:

- quebra do isolamento térmico na região das abraçadeiras da tubulação,
- movimentação da linha para desrosquear o purgador,
- efetuar a desmontagem e limpeza com jateamento abrasivo,
- lapidação dos componentes do purgador,
- montagem, reinstalação no sistema e recomposição do isolamento térmico.

Ao padronizar os sistemas de purga de vapor e a incorporação de novas tecnologias, como a conexão universal, torna-se muito mais simples e prático a remoção e a substituição dos purgadores danificados ou desgastados por outros novos.

Os purgadores removidos não são mais reparados, na própria planta, são enviados diretamente aos fabricantes para manutenção e reparos.

Este ganho é muito importante não só pela redução do tempo, mas pelo aumento da disponibilidade operacional com impactos diretos nos resultados econômicos da unidade ou planta fabril.

Um dos grandes ganhos na instalação da nova padronização das estações de vapor ou purga de condensado é a redução de pontos potenciais de vazamentos.

Outro ganho também importante, em trabalhar com os componentes do sistema de purga de vapor padronizados, como o conector universal e o distribuidor de fluxo, é a possibilidade de intercambiabilidade entre modelos e tamanhos de purgadores de vapor, de diferentes fabricantes.

petroblog-Santini Página 1 de 28

A modernização e a padronização das estações de vapor ou purga de condensado trazem uma melhoria considerável na performance, durabilidade, funcionalidade, tempo de montagem e redução de custos.

Outra medida é, sistematicamente, encaminhar as descargas de drenagem de condensado, para um sistema de retorno para a caldeira.

As descargas de condensado dos diversos sistemas de purga para a atmosfera representam uma perda econômica razoável, pois significa a reposição da água desmineralizada necessária para compensar essas perdas de condensado.

O condensado recuperado tem em seu conteúdo uma energia, em função da sua temperatura, que é reaproveitada no sistema, considerando-se que se deixa de introduzir água desmineralizada fria no sistema.

Por fim, a padronização e o gerenciamento ou gestão, dos purgadores instalados e da própria estação de vapor ou purga de condensado, são essenciais para manter as tubulações de vapor vivo e os sistemas de aquecimento com o máximo de aproveitamento e desempenho.

2. Modernização e padronização das estações de purgadores de vapor

As instalações industriais, como as refinarias de petróleo, petroquímicas e termoelétricas, possuem uma quantidade considerável de estações de drenagem ou purga de condensado, normalmente chamadas de estações de purga de vapor ou, simplesmente, estações de vapor. A maioria está concentrada na drenagem de tubulações de suprimento ou distribuição de vapor e em linhas de vapor de aquecimento, conhecidos como "tracers", de tubulações, instrumentos e equipamentos.

Uma estação de vapor ou de purga de condensado deve ser montada com os seguintes componentes padronizados.

2.1. Purgadores de Vapor

O purgador de vapor apesar de ser um componente aparentemente insignificante em um sistema de vapor, o mau dimensionamento ou funcionamento deficiente do purgador pode trazer consequências dramáticas para o sistema de vapor e para o processo produtivo. A função básica do purgador é, pois, drenar ou purgar o condensado, não permitindo a fuga ou perda de "vapor vivo".

Por estes motivos o purgador de vapor é um componente essencial em qualquer sistema de aquecimento com vapor d'água.

Os vários tipos de purgadores de vapor foram desenvolvidos a partir dessa premissa e podem ser classificados basicamente em três grupos: mecânico, termostático e termodinâmico. Os novos purgadores de vapor devem contemplar a interligação através do conector universal, que permite a fácil remoção e rápida substituição do purgador com problemas.

Purgadores Mecânicos

Eles funcionam em função da diferença de densidade entre o vapor e o condensado. Essa diferença faz um elemento interno atuar sobre o orifício de descarga, mantendo-o fechado durante a passagem do vapor e o abrindo na presença do condensado. São os purgadores de vapor dos tipos "bóia fixa", "bóia livre" e "balde invertido".



petroblog-Santini Página 2 de 28

serpentinas de tanques.
Isto se deve à sua característica de descarga contínua, que garante 100% de vapor na superfície de troca térmica (maior eficiência energética), alta capacidade de adaptação às variações de carga térmica do processo e alta capacidade de eliminação de ar, por possuir sede independente para esta função.

de suprimento ou distribuição de vapor.

aquecimento *tracers*, tubulações de suprimento ou distribuição de vapor e em equipamentos.

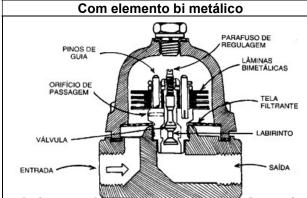
Purgadores Termostáticos

Estes purgadores identificam e distinguem vapor e condensado pela diferença de temperatura, sentida por um elemento termostático, isto é, eles operam pela pequena diferença de temperatura entre o vapor e o condensado.

Para ser eliminado ou descarregado o condensado deve atingir uma temperatura abaixo da temperatura de condensação.

Eles podem ser dos tipos: com elemento bimetálico e de pressão balanceada.

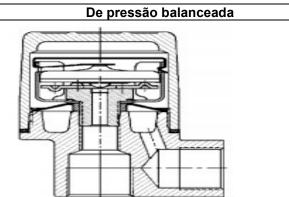
São utilizados para a drenagem ou purga do condensado de linhas de aquecimento *tracers* e tubulações de distribuição de vapor.



Os purgadores bimetálicos podem economizar energia, pois, descarregam o condensado a uma temperatura abaixo da temperatura do vapor saturado, permitindo a utilização do calor sensível do próprio condensado para aquecimento de linhas de traceamento e serpentinas. Sua construção assegura a alta resistência à

O elemento bimetálico promove o correto funcionamento na descarga de condensado e de ar, assim como a perfeita estanqueidade da sede quando fechado.

Funcionam pela diferença de temperatura que existe, na mesma pressão, entre o vapor e o condensado.



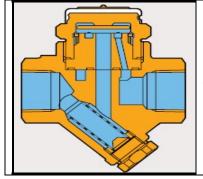
O elemento de operação é uma cápsula removível, que contém um líquido especial em mistura com água, com "boiling point" inferior ao da água. Basicamente recomendado para instalar nos finais de linha de coletores e distribuidores de vapor. Apresentam excelentes características de eliminação de ar durante a partida "start up" da planta e em operação normal.

Também se destinam à drenagem de autoclaves de esterilização, linhas de *tracer*s, eliminação de ar e gases incondensáveis em equipamentos e sistemas aquecidos a vapor, além de aplicações que permitem o reaproveitamento da energia do condensado.

Purgadores Termodinâmicos

corrosão e golpes de aríete.

Nesses purgadores a abertura se dá pela diferença de velocidade entre o vapor e o condensado. Essa ação ocorre em um disco metálico que bloqueia a passagem do vapor de *flash* ou reevaporado com alta velocidade e abre com a baixa velocidade do condensado.



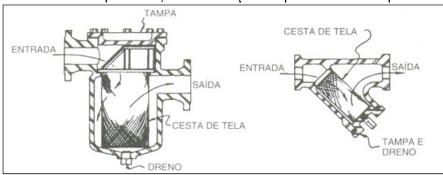
São empregados em linhas de aquecimento tracers e tubulações de distribuição de vapor. Os purgadores termodinâmicos podem ser fornecidos com filtro incorporado.

petroblog-Santini Página 3 de 28

2.2. Filtros

A utilização de filtros à montante dos purgadores é necessária, uma vez que, a deposição de sujeira e sedimentos na sede pode provocar tanto a obstrução do fluxo de vapor, como a possibilidade vazamento, causado pela erosão da sede.

Um purgador represando condensado pode ocasionar golpes de aríete que são responsáveis por danos em serpentinas, contaminação do produto a ser aquecido entre outros problemas.



2.3. Válvulas de Retenção

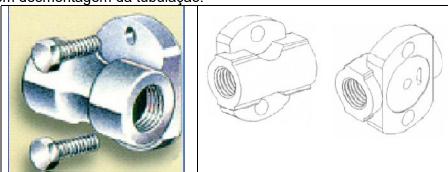
Alguns tipos de purgador, como os de bóia, necessitam de válvulas de retenção montadas à jusante, quando descarregando para linha de retorno de condensado.

A ausência deste acessório possibilita o alagamento dos equipamentos quando parados, bem como a danificação dos purgadores instalados, devido à possibilidade de golpes de aríete.

2.4. Conexão ou Conector Universal

O conector universal facilita a retirada do purgador para manutenção ou substituição, pois, é fixado na tubulação e o purgador fica preso nele por apenas dois parafusos.

Também permite a substituição rápida do purgador conectado, soltando-se apenas os dois parafusos sem desmontagem da tubulação.



Os purgadores de vapor devem contemplar esse tipo de interligação através de conector universal.

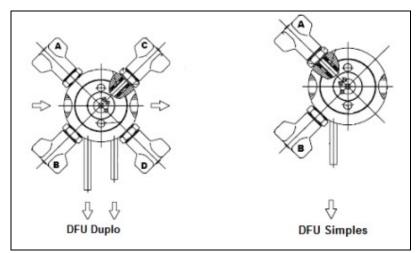
2.5. Distribuidor de Fluxo

É um conjunto ou m*anifold* de válvulas para bloqueio e teste de purgadores de vapor. As válvulas são montadas em corpo único compacto, reduzindo espaços e riscos de vazamento.

As características do distribuidor de fluxo são:

- Conexão universal para a instalação do purgador;
- Entrada e saída de condensado com conexão de roscas NPT;
- Corpo em aço inoxidável austenítico forjado;
- Classe de pressão PN-50 da norma DIN ou Classe 300 da norma ASME.

petroblog-Santini Página 4 de 28

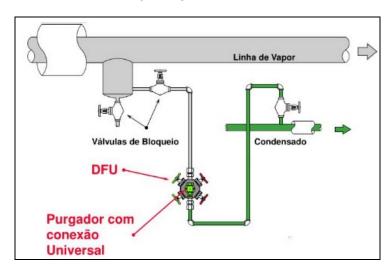


Distribuidor de fluxo universal modelo DFU da Spirax Sarco: duplo e simples

Há dois tipos disponíveis no mercado:

- Distribuidor simples de descarga para atmosfera (2 válvulas):
 1 válvula bloqueio e 1 válvula de dreno à *montante* do purgador;
- Distribuidor duplo de descarga para sistema de retorno de condensado (4 válvulas):
 1 válvula bloqueio e 1 válvula de dreno à *montante* e à *jusante* do purgador.

Os distribuidores de fluxo tipo DFU da Spirax Sarco são fornecidos com filtro incorporado e os purgadores de vapor de conexão universal já vêm com válvula de retenção incorporada, itens padronizados que facilitam a manutenção e garantem a durabilidade.



2.6. Silenciador para purgadores de vapor

É um dispositivo compacto para ser instalado na saída de purgadores de vapor ou de ar comprimido, com descarga para a atmosfera, chegando a proporcionar uma redução de até 80% do nível de ruído causados pela descarga.

petroblog-Santini Página 5 de 28

2.7. Visor de fluxo

Os visores de fluxo são instalados em linhas de vapor à jusante de purgadores, que descarregam o condensado para uma tubulação de retorno, e proporcionam uma avaliação individual e visual do funcionamento do purgador.

Podem ser fornecidos com janela simples ou dupla.



2.8. Separador de umidade

Separadores de umidade removem gotas de água em suspensão no vapor para prevenir problemas tais como:

- a. Água no vapor causa problema de corrosão interna;
- b. Água é uma barreira para transferência de calor;
- c. Água causa erosão interna em válvulas e acessórios;
- d. Água é fonte de impurezas dentro de tubulações e superfícies de aquecimento;
- e. Água provoca operação irregular e falhas de válvulas e medidores de vazão.

Portanto, é recomendável o uso de separadores de umidade em instalações para aquecimento de produtos, em que o controle da temperatura é crítico para o processo, antes de válvulas de controle de temperatura e válvulas redutoras de pressão.

A drenagem da água acumulada é feita através de purgador instalado no separador de umidade.

O mercado oferta vários tipos de separadores de umidade, em função do princípio físico do processo de separação e decantação da água contida na umidade presente no vapor

- Separador por inércia;
- Separador com defletor;
- Separador ciclônico;
- Separador coalescente.

2.9. Eliminador termostático de ar e gases incondensáveis

O ar é um eficiente isolante térmico e sua presença em forma de bolsões de ar causa grandes prejuízos ao processo.

Além disso, o ar pode acelerar a taxa de corrosão, devido ao Oxigênio presente, tornando-se evidente a necessidade de sua eliminação das linhas de vapor d'água.

Os eliminadores termostáticos de ar e de gases incondensáveis podem vir instalados no corpo do próprio purgador de vapor ou ser montados na tubulação de distribuição de vapor, preferencialmente nos finais de linha.



2.10. Tubos padrão OD ou tubing de drenagem

Os tubos de troca térmica, também chamados de tubos padrão OD ou *tubing*, pois são identificados pelo diâmetro externo ("OD - *Outside Diameter*") e pela espessura de parede, são normalmente de material aço inoxidável e podem ser utilizados nas estações de purga ou drenagem de condensado, em lugar dos tubos de pequeno diâmetro de aço Carbono.

petroblog-Santini Página 6 de 28

A vantagem é que a ligação desses tubos aos acessórios da estação de vapor é através dos "conectores de compressão de dupla anilha", evitando-se a execução de soldagem na

montagem dessas estações.



2.11. Conectores de compressão

Nos sistemas em que são utilizados tubos de padrão OD, a forma de instalação ou montagem é a interligação com conexões de compressão anilhadas, sejam conexões de simples ou dupla anilha.

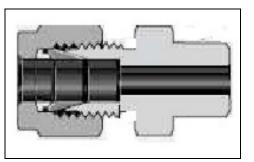
É recomendável o emprego de tubos padrão OD e de conectores de compressão, de aço inoxidável, sempre que possível, em lugar dos tubos rígidos de aço Carbono ou aço Liga, nas instalações de estações de vapor.

Nas estações de vapor, normalmente o diâmetro dos tubos empregados é ½"OD.

O sistema de dupla anilha faz com que as suas conexões sejam resistentes às ocorrências de vibrações, altas pressões e temperaturas elevadas.

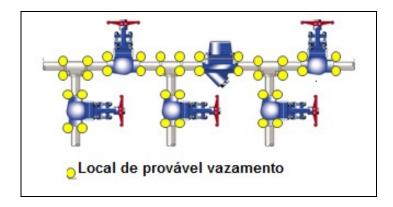
Na conexão de dupla anilha, as duas anilhas possuem funções individuais: de vedação e ded

cravamento ou fixação.



3. Novo arranjo das estações de vapor ou de purga de condensado

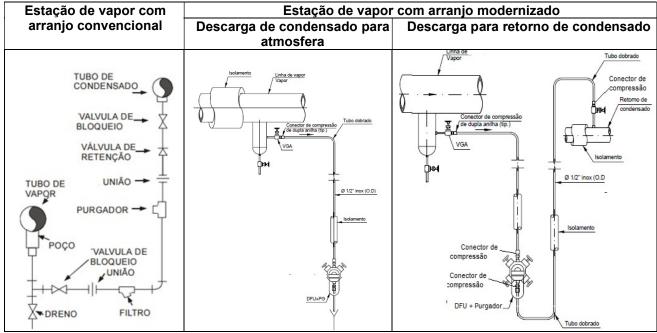
As estações de vapor ou purga de condensado convencionais apresentam muitos pontos de possíveis vazamentos, conforme ilustrado a seguir.



Por outro lado, as novas estações de vapor apresentam bem menos pontos de possível vazamento, utilizando-se os acessórios, anteriormente, listados.

É apresentado, em seguida, um quadro de comparação entre os arranjos de estação de vapor convencional e da nova estação de vapor padronizada.

petroblog-Santini Página 7 de 28



Notas:

VGA: Válvula gaveta; DFU: Distribuidor de fluxo universal; PG: Purgador de vapor Os distribuidores de fluxo universal DFU são fornecidos com filtro incorporado e os purgadores de conexão universal já vêm com válvula de retenção incorporada, itens padronizados que facilitam a manutenção e garantem a durabilidade.

4. Programa de gestão e inspeção de purgadores

Para se manter um sistema de vapor na máxima eficiência operacional, é essencial que todas as linhas de vapor estejam livres de condensado.

Isto significa que os purgadores estão trabalhando eficientemente, uma condição a ser atingida pela implementação de uma manutenção regular.

Para tanto, é fundamental planejar e implantar um programa de gestão de purgadores de vapor instalados, para reparação ou substituição de purgadores em falha.

Este trabalho pode ser executado com pessoal próprio e treinamento específico, porém, normalmente, é contratada uma empresa especializada nessa atividade.

4.1. Pontos a serem observados na contratação dos serviços

Para a contratação do gerenciamento de purgadores, a empresa a ser contratada deve concordar com os seguintes quesitos contratuais:

Ter um técnico responsável pelo contrato.

Este deve ter conhecimentos básicos de sistema de vapor, conhecer os tipos de purgadores e os métodos de inspeção.

 Possuir um sistema de aquisição de dados de campo, coletados durante a inspeção de cada purgador.

Recomenda-se o sistema TrapManTM5 e o software associado TrapManager da empresa TLV.

Manter o histórico das avaliações de campo dos purgadores de vapor

Organizar e manter um banco de dados para receber os históricos das avaliações.

Nota:

Os sistemas comerciais disponíveis no mercado para a aquisição de dados sobre o funcionamento de purgadores de vapor instalados são

TrapMan TM5 da TLV/DISPARCO

O TrapMan TM5 é um aparelho portátil próprio para auxiliar no gerenciamento de purgadores de vapor, que utiliza medições de vibrações com ultrassom e temperatura da superfície externa do corpo do purgador de vapor, para análise das condições de funcionamento.

O TrapManager é o *software* que gerencia e processa os dados cadastrados e coletados pelo TM5, durante a operação dos purgadores de vapor.

Ele possibilita identificar a causa do problema, quantificar as perdas de vapor e as perdas monetárias individuais por purgador, área, ou em toda a instalação industrial.

Fonte: Sistema computadorizado para gerenciamento de purgadores de vapor https://www.disparco.com.br/downloads/trapman.pdf

petroblog-Santini Página 8 de 28

TrapTest VKP 40/ VKP 40Ex da GESTRA

É um sistema de teste, com aparelho portátil, próprio para registro e avaliação de purgador de vapor, para aplicações em áreas potencialmente explosivas.

Verifica o funcionamento de purgadores de todos os tipos, para perda de vapor e acúmulo de condensado.

O equipamento de teste consiste no coletor de dados, transdutor de medição e o programa de *software* para gerenciamento de dados.

Fonte Gestra Test Equipment for Steam Traps TRAPtest VKP 41plus Ex

https://arsan.pl/Pliki/Dokumentacja/TRAP Test VKP 41plus VKP 41plus Ex [KK][EN].pdf

UP-100 da SPIRAX-SARCO

O UP100 é um aparelho portátil alimentado por bateria que fornece indicação visível e audível das frequências ultrassônicas, para teste de purgadores de vapor instalados.

Destina-se a ser utilizado como ferramenta de diagnóstico na análise do funcionamento do purgador e detectar vazamentos em sistemas de vapor e ar comprimido.

A interpretação correta dos sinais requer experiência e conhecimento prático do funcionamento do purgador.

Fonte: Spirax Sarco UP100 Ultrasonic Trap Tester

https://content.spiraxsarco.com/-/media/spiraxsarco/international/documents/en/ti/up100-ti-p087-35-en.ashx?rev=4165a6f2cfc34b3c984e64bdb1891a53

Nota:

O sistema da Spirax Sarco tem o inconveniente que a entrada dos dados coletados é de forma manual.

4.2. Atividades previstas em contrato de gestão e inspeção de purgadores

As principais atividades a serem desempenhadas na contratação são as seguintes.

• Contratar os serviços com equipe especializada e experiente.

Nota:

Os trabalhos de diagnóstico e reparo não devem estar no mesmo escopo.

 Selecionar o sistema comercial, a ser utilizado, para a verificação da condição de funcionamento do purgador de vapor.

Nota:

Para trabalhos em áreas classificadas (presença de gás) é importante que os dispositivos de trabalho no campo sejam Ex, isto é à prova de explosão.

 Possuir os equipamentos de inspeção: medidor de vibrações ultrassônico e o medidor de temperatura.

Nota:

É recomendável o sistema TrapManTM5 e o *software* associado TrapManager da empresa TLV.

- Prever equipe de inspeção, medição de campo e análise dos purgadores de vapor.
- Identificar a população dos purgadores de vapor instalados com etiquetas duráveis.

Nota:

É recomendável que seja criado um código de barras, de identificação para cada purgador, contendo as informações de cadastro o purgador.

Vale ressaltar que a identificação não deve ser no purgador que é um elemento removível.

 Estabelecer rotina de inspeção de todos os purgadores, dando atenção especial aos pontos críticos.

Nota:

A rotina de inspeção deve incluir os componentes da estação de vapor, em que o purgador está instalado, para verificação de possíveis vazamentos.

- Verificar se o purgador instalado é o mais adequado para a aplicação e se está corretamente instalado.
- Prever a transferência de dados coletados nas inspeções de campo, para o software de análise do funcionamento dos purgadores.
- Prever mão-de-obra especializada para a execução da manutenção preventiva dos purgadores, remoção e instalação.
- Estabelecer sistemática de solicitação e fornecimento de materiais, de forma a não paralisar os serviços.
- Planejar junto com a Operação a liberação dos pontos para manutenção, ganhando produtividade.
- Preparar relatórios gerenciais que evidenciem os resultados econômicos, com a adequação do sistema de vapor, e relatórios que demonstrem o aumento da eficiência operacional.

petroblog-Santini Página 9 de 28

A primeira etapa para manutenção preventiva é cadastrar os dados de fabricação de cada purgador (código de identificação ou *tag*, fabricante, aplicação do purgador, tipo de purgador, diâmetro e tipo das conexões de entrada e saída, capacidade ou vazão de condensado, pressão e temperatura de trabalho, data da instalação).

Para as inspeções e arquivo dos dados de campo, devem ser planejadas rotas diárias, que contêm o cadastro de cada purgador a ser verificado individualmente.

Os registros de cada inspeção dos purgadores devem ser automaticamente arquivados, em *software* próprio, para possibilitar a análise de tendência futura de cada purgador.

4.3. Resultados a alcançar com o gerenciamento dos purgadores

Os principais resultados esperados nessa contratação são:

- Melhoria de eficiência térmica, pela eliminação de represamentos e vazamentos;
- Redução de furos nas linhas gerados por corrosão e erosão;
- Redução de golpes de aríete;
- Menor frequência e maior facilidade de manutenção;
- Diminuição de ruído e menor agressão ao meio ambiente;
- Maior segurança operacional;
- Ganhos financeiros.

5. Plano de Gerenciamento de Estações de Purga de Condensado

A seguir é proposto um plano para a contratação de gerenciamento ou gestão de estações de vapor ou purga de condensado instaladas e em operação.

5.1. Objetivo

Estabelecer metodologia para garantir elevada disponibilidade operacional de uma população de purgadores e otimizar a recuperação de condensado.

Os resultados a alcançar são esperados, concomitantemente, à modernização e padronização das estações de vapor e à implantação do plano de gestão proposto.

5.2. Referências

Normas Petrobras

N-38 - Critérios para Projetos de Drenagem, Segregação, Escoamento e Tratamentos de Efluentes Líquidos de Instalações Terrestres.

N-42 - Projeto de Sistema de Aquecimento Externo de Tubulação, Equipamento e Instrumentação com Vapor

N-116 - Sistemas de Purga de Vapor em Tubulações

N-1747 – Relação de Purgadores de Vapor

Obs.: Site de localização das Normas Técnicas da Petrobras públicas https://canalfornecedor.petrobras.com.br/pt/regras-de-contratacao/

• Norma ASME: American Society of Mechanical Engineers

ASME PTC 39 - Performance test. on steam traps.

5.3. Definições

Área

Espaço físico delimitado na planta de processo, em que é mapeada a população de purgadores de vapor instalados e executada a inspeção, conforme os procedimentos de gerenciamento das estações de vapor. Normalmente compreende uma Unidade de Processo.

"TAG"

É uma sigla que identifica cada unidade de processo, cada equipamento instalado nas unidades de processo, no parque de tancagem e em *offsites*, e as respectivas tubulações, normalmente alfanumérica.

• "BFW"

Água de Caldeira ("Boiler Feed Water")

Condensado Recuperável

É o condensado gerado por correntes que permitam, técnica e economicamente, a sua reutilização na geração de vapor.

Condensado Limpo

São os condensados sem possibilidades de contaminação, por ex. oriundos da exaustão (condensação) de turbinas a vapor

Condensado Sujo

petroblog-Santini Página 10 de 28

São os condensados sujeitos a contaminações por hidrocarbonetos nos trocadores de calor e tanques.

• Criticidade do Purgador

É o nível de importância do purgador de vapor em termos de impactos em SMS, perdas de processamento, custos do vazamento e taxas de falha.

	Crítico	Médio Impacto	Baixo Impacto	Irrelevante
	Prioridade 1	Prioridade 2	Prioridade 3	Prioridade 4
Impacto SMS	Alto	Médio	Baixo	Nulo
Impacto Produção	Alto	Médio	Baixo	Nulo
Custo Vazamento	Alto	Médio	Baixo	Nulo
Taxa de falha do	Alta frequência	Média frequência	Baixa frequência	Não aplicável
Purgador				

• Dessuperaquecimento do Vapor

É a injeção de água desaerada no controle da temperatura do vapor superaquecido, quando o tratamento da água for compatível com a qualidade exigida para o vapor.

O dessuperaquecimento do vapor superaquecido também pode ser realizado com condensado do vapor saturado da própria caldeira.

"ETA"

Estação de Tratamento de Água

Analisadores de Óleo em Água

Instrumentos que são inseridos com a finalidade de quantificar o teor de óleo na corrente de condensado, possuindo um maior grau de precisão, devendo ser instalado à jusante da ETC-Estação de Tratamento de Condensado.

Detectores de Óleo em Água

Instrumentos que são inseridos com a finalidade de somente detectar a presença de hidrocarbonetos na corrente do condensado.

• "FTC"

Estação de Tratamento de Condensado

Sistema que realiza a retirada de óleo do condensado sujo, que deve possuir:

a. Filtração para retirada de óleo

Sistema de descarte do condensado, caso haja detecção de contaminações por hidrocarbonetos à montante da estação.

b. Resfriamento do condensado tratado

É a troca de calor com água polida ou desmineralizada da ETA para os casos em que o condensado isento de óleo seja encaminhado para polimento e posterior injeção na caldeira.

c. Polimento de Condensado

Processo de retirada de íons, principalmente Ferro, Cobre, Sódio e Sílica após a passagem do condensado pelo tratamento de retirada de óleo na ETC.

População de Purgadores de Vapor

Conjunto de purgadores de vapor existentes, em todas as unidades *onsites* e *offsites* da instalação industrial, que determina o dimensionamento da equipe de inspeção e gestão de purgadores de vapor, de forma que a execução de um ciclo completo de avaliação não seja superior a 2 (dois) meses.

Esta população se refere aos purgadores de linhas de vapor vivo, traços ou *tracers* de aquecimento e purgadores instalados em equipamentos.

Purgadores de Vapor

Dispositivos automáticos que:

- i. Eliminam o condensado formado nas tubulações de vapor em geral com a drenagem dessas tubulações.
- ii. Retêm o vapor nos sistemas de aquecimento, liberando somente a saída do condensado.
- iii. Extraem ar e outros incondensáveis do vapor.
- Rede de Água Contaminada

Sistema que recebe correntes aquosas caracterizadas por eventual presença de hidrocarbonetos.

Rede de Água Oleosa

Sistema que recebe correntes aquosas caracterizadas pela presença constante de hidrocarbonetos. Os descartes de condensados contaminados por hidrocarbonetos devem ser encaminhados para esta rede.

• Retorno de Condensado

petroblog-Santini Página 11 de 28

Todo o condensado que retorna como alimentação do desaerador da caldeira é definido como condensado retornado.

Segregação do Condensado

É a separação das correntes de condensados limpos e sujos de modo a otimizar o retorno de condensado. O condensado limpo é orientado para a Estação de Tratamento de Condensado e retorno ao sistema da caldeira. O condensado sujo deve ser segregado e descartado na rede de Águas Oleosa.

• "TrapMan/TM-5"

Dispositivo ou aparelho de coleta no campo de dados e diagnóstico da situação dos purgadores de vapor instalados..

"TrapMan Manager"

Software com Banco de Dados contendo o cadastro da população de purgadores, que recebe informações do sistema TrapMan/TM-5 e suporta o gerenciamento.

Vaso de Expansão

Vasos de pressão que recebem os condensados e que possuem a função de redução da pressão, para encaminhamento do condensado para tratamento ou enviá-lo diretamente para a desaeração. No fenômeno de expansão que ocorre nestes vasos, o vapor revaporizado *flasheado* é alinhado para um coletor ou para a atmosfera. No caso de descarte desse vapor para a atmosfera, o vaso pode receber uma injeção de água para abatimento das perdas de vapor.

Estação de vapor ou de purga de condensado

É o conjunto dos acessórios que compõe a instalação do purgador de vapor, desde a tomada na tubulação ou equipamento a drenar até a interligação com a linha de retorno de condensado.

5.4. Etapas da metodologia

Para a condução do gerenciamento de população de purgadores, de uma área ou unidade de processo, as etapas a seguir descritas devem ser conduzidas.

- Composição da equipe de gerenciamento dos purgadores de vapor: pessoal próprio ou equipe contratada;
- Seleção do sistema de inspeção, medição e análise;
- Seleção e prioridade das áreas para inspeção e análise;
- Mapeamento da população de purgadores de vapor de cada área;
- Informações a serem coletadas dos purgadores de vapor;
- Rotina das medições dos purgadores de vapor;
- Determinação da quantidade de equipes de gerenciamento de purgadores de vapor;
- Análise da recuperação de condensado;
- Eliminação de perdas e represamento de vapor.

5.4.1. Composição da equipe de gerenciamento dos purgadores de vapor: pessoal próprio ou equipe contratada

Os trabalhos de gerenciamento, de inspeção e medição de campo e de análise dos dados coletados, devem ser executados por equipes, próprias ou contratadas, compostas de um operador, um auxiliar de campo e um analista.

A princípio, esta equipe para estar apta a conduzir suas tarefas, deve ter a seguinte capacitação:

- Operador de Campo e Auxiliar

As funções do operador de campo e seu auxiliar são, basicamente, inspecionar externamente a estação de vapor e fazer as medições, de vibração e de temperatura, no purgador de vapor. Para tanto devem treinamento na utilização do aparelho TrapMan TM5.

- Analista

As funções básicas do analista são realizar a migração dos dados coletados no TrapMan TM5 para o software do TrapManager, confeccionar os relatórios e planilhas previstas e interpretar os resultados.

É ainda o responsável pela equipe de gerenciamento.

Para tanto, deve ter formação técnica em mecânica, termodinâmica e transferência de calor, conhecimento dos princípios de funcionamento de purgadores de vapor, e ter treinamento para uso do TrapMan TM5 e do TrapMan Manager.

petroblog-Santini Página 12 de 28

Evidentemente, deve estar inteirado da finalidade e dos procedimentos de gerenciamento de purgadores de vapor.

O analista responsável pela equipe contratada deve repassar os resultados, relatórios e planilhas, para aprovação do Órgão de Manutenção da Unidade, para agendar e providenciar os trabalhos de reparos e troca de purgadores de vapor.

Geralmente, a quantidade de equipes é determinada pelo número de instrumentos de medição TrapMan TM5 e do número de pessoas capacitadas.

5.4.2. Seleção do sistema de inspeção, medição e análise

É recomendável usar o aparelho TrapManTM5, que tem o *software* associado TrapManager para receber e tratar as informações coletadas nas inspeções e medições. **Nota**:

O **TrapMan TM5**, da empresa japonesa TLV, é um analisador automático de purgadores de vapor, que utiliza medidas de ultrassom e temperatura da superfície, do próprio purgador.

Na realidade, é um aparelho único de diagnóstico e um banco de dados integrado, que contém armazenado os resultados de testes em milhares de modelos e tamanhos de purgadores diferentes. Na inspeção, os valores das medições no purgador são comparados com os dados de desempenho dos testes do modelo específico, armazenados no banco de dados do TrapMan TM5..

O **TrapManager** é o software de gerenciamento dos purgadores inspecionados pelo TM5, permitindo a elaboração de relatórios, planilhas e gráficos, com as perdas do vapor e as perdas monetárias individuais por purgador, área, unidade, ou para toda a instalação ou fábrica, a serem analisados. Também permite planejar as rotas de inspeção e, diariamente determinar, antecipadamente, qual a rota a seguir, e com um simples *download*, as informações dos purgadores de vapor, incluídos na rota, são transferidos ao TM5, de modo que ao ser completada a inspeção de um purgador, o número do próximo purgador a ser inspecionado aparece na tela do TM5.

Os registros dos purgadores automaticamente são conservados, com as datas da instalação do purgador de vapor e das inspeções realizadas, e os resultados do histórico das inspeções, de modo que os purgadores estejam disponíveis para a análise de tendência futura.

5.4.3. Seleção e prioridade das áreas para inspeção e análise

A definição das áreas a serem avaliadas, dentro das unidades de processo *on sites* e fora das unidades de processo *off sites*, e a prioridade de cada uma, para início dos trabalhos, devem ser combinadas com as Gerências de Operação e de Manutenção, da empresa.

Para tanto, o Analista, da equipe de gerenciamento dos purgadores de vapor, deve informar-se com o pessoal de operação e manutenção, na busca das seguintes informações, para os purgadores de vapor de cada área, em que for dividida as instalações de empresa, a fim de priorizar e planejar os trabalhos:

- a. Criticidade para o processo de cada purgador instalado;
- b. Purgadores sujeitos a contra pressão;
- c. Condição do fluxo de descarga de condensado: estável ou intermitente e em grande ou baixo volume:
- d. Pressão e temperatura do vapor;
- e. Pressão da rede de retorno de condensado;
- f. Condições de obtenção de purgadores e seus sobressalentes;
- g. Sistema de estocagem de purgadores;
- h. Moeda a ser empregada nos relatórios:
- i. Custo do vapor por tonelada;
- j. Custo do homem-hora para manutenção de purgadores;
- k. Custo do homem-hora para substituição de purgadores;
- I. Preço de cada tipo e modelo de purgador.

5.4.4. Mapeamento da população de purgadores de vapor de cada área

A quantidade de purgadores de vapor instalados, que corresponde ao nº de estações de vapor existentes, deve ser levantada através dos documentos de registro de purgadores e no campo. Normalmente, em instalações de grande porte, como refinarias de petróleo e petroquímicas, existe um documento de projeto intitulado "Relação de Purgadores de Vapor", onde estão relacionados os purgadores existentes e suas caraterísticas de projeto, por unidade de processo, área de armazenamento e "offsites".

Esta é a "população" de purgadores de vapor a serem inspecionados, acrescida de outros purgadores de vapor, eventualmente, instalados na área e sem registro.

petroblog-Santini Página 13 de 28

Todos os purgadores listados no documento Relação de Purgadores de Vapor de cada unidade e, eventualmente, os purgadores instalados na área e sem registro, devem ser incluídos na avaliação de desempenho.

A 1ª providência é identificar as estações de vapor e de retorno de condensado que estão contidas na área a ser avaliada, etiquetar os purgadores e registrar as suas respectivas localizações.

Para o trabalho, se faz necessário identificar cada área a ser avaliada com um número e cada purgador de vapor, da área, deve receber um nº identificador, a ser combinado com o pessoal de operação e de manutenção, da área.

Fisicamente, os purgadores mapeados devem ser identificados com plaquetas metálicas, e preferencialmente um código de barras, que contenha todas as informações do cadastro. Vale ressaltar que a identificação não deve ser no purgador que é um elemento removível.

5.4.5. Informações a serem coletadas dos purgadores de vapor

A descrição das informações de cada purgador de vapor da área a ser avaliada, para cadastro no TrapMan Manager, são as seguintes.

Informações dos purgadores de vapor instalados em cada área

	Jurgadores de vapor instalados em cada area
Nº da área a ser avaliada	Identifica o local ou área onde o purgador de vapor está instalado
Nº do purgador de vapor	É o nº do purgador instalado na área em avaliação
Fabricante, modelo e diâmetro do purgador	São informações da folha de dados do purgador de vapor.
Aplicação do purgador de vapor	Função do purgador: drenagem de tubulação ou de linha de <i>tracer</i> ou de aquecimento de equipamento
Orientação	Purgador instalado na posição vertical ou horizontal
Elevação	Posição de acesso fácil do solo ou em posição alta
Data da instalação	DD/MM/AAAA
Localização	Referência do local onde está instalado: TAG da unidade de
•	processo, parque de tanques de armazenamento, tubovia ou <i>pipeway</i> .
Prioridade	Definição da prioridade para manutenção ou substituição
Conexão	Tipo de fixação do purgador rosca, flange, conector universal,
Diâmetro da rede	Diâmetro da tubulação à montante do purgador
Temperatura de ajuste (°C)	Para o caso de purgador tipo termostático, qual a temperatura de trabalho
Pressão de operação (Mpa man)	Pressão da rede de vapor à montante do purgador
Contrapressão (kgf/cm² man)	Pressão da rede de condensado à jusante do purgador
Fluxo de vapor (kg/h)	Massa de vapor à montante do purgador de vapor
Fluxo estimado de condensado (kg/h)	Massa de condensado que é produzida na tubulação ou equipamento a ser drenado
Recuperação do condensado (sim ou não)	O condensado que é drenado pelo purgador retorna para o sistema de alimentação da caldeira ou se é descartado
Rotina de operação: horas por dia e dias por ano	Modo de operação do sistema de vapor
Necessidades especiais para a medição	Facilidades para a execução da medição, por ex., necessidade de escada ou andaime
Existe conexão universal (sim ou não)	Purgador instalado com conexão universal
Número sequencial	Cada local onde há instalado um purgador, o próprio TrapManager já define um número para este purgador, denominado "número do local", e este é o número do purgador em uma determinada área. Quando um purgador é substituído por outro, o "número do local" se mantém, para o novo purgador. Dessa forma, as informações do purgador, que foi removido, se perdem. Para se manter o registro dos purgadores, que foram instalados
Características operacionais de cada purgador	em cada local, cada purgador deve receber um outro número, além do número do TrapManager, que é o "número de controle", normalmente o nº da área seguido de um sequencial. São as informações obtidas no catálogo de produtos de cada fabricante de purgador e usadas como parâmetros para analisar

petroblog-Santini Página 14 de 28

	so cada puraedor foi instalado adequademento:
	se cada purgador foi instalado adequadamente:
	Pressão máxima de operação (MPaG) – PMO
	Pressão diferencial máxima (MPa) – PMX
	Temperatura máxima de operação (°C) – TMO
	Pressão mínima de operação (MPaG) – PMiO
	Por exemplo:
	Purgador modelo J3X, orifício número 2
	Fabricante: TLV
	PMO: 0.2 MPaG
	PMX: 0.2 MPa
	TMO: 220° C
	PMiO: 0,01 MPaG
Código do fabricante	É o código de quatro dígitos que identifica cada modelo de
	purgador, sendo o mesmo código atribuído pelo TrapManager.
Custos	- HH para reparo
	Valor do homem-hora para conduzir reparos em um purgador,
	em moeda corrente.
	- HH para substituição
	Valor do homem-hora para conduzir a substituição de um
	purgador, em moeda corrente.
	- Custo do vapor
	Custo de produção do vapor, normalmente calculado por
	tonelada, em moeda corrente.
Tempo de garantia	Registrar o tempo de garantia, em anos.
Observação	Alguma informação relevante a ser catalogada.

Notas:

- Depois de alimentado o banco de dados do TrapManager com todas as informações da população de purgadores de vapor, se deve alimentar o banco de dados do TM-5 com as mesmas informações.
- b. O campo "prioridade" deve ser inserido no TrapMan Manager, no momento do cadastramento de cada purgador, conforme o impacto da falha do purgador de vapor na segurança, produção e custo da instalação,

A prioridade se refere à execução dos trabalhos de manutenção.

Critérios para determinação de prioridade

Impacto	Crítico	Médio	Baixo	Irrelevante
-	Prioridade 1	Prioridade 2	Prioridade 3	Prioridade 4
SMS	Elevado	Médio	Baixo	Irrelevante
Produção	Elevado	Médio	Baixo	Irrelevante
Custo do	Elevado	Médio	Baixo	Irrelevante
vazamento				
Taxa de falha	Taxa de falha	Taxa de falha	Taxa de falha	Não aplicável
do Purgador -	elevada	normal	rara	

5.4.6. Rotina das medições dos purgadores de vapor

Para otimizar o tempo de gerenciamento da população de purgadores de vapor, para cada equipe de inspeção deve ser definido o número máximo de purgadores dessa população a ser gerenciado. a cada dia de inspeção.

Nessa etapa é percorrida a rota a ser baixada do TrapManager para o aparelho TrapMan TM5.

Para a 1ª inspeção que é a de identificação de cada purgador e coleta de informações no campo, levam-se em média 16 homens-hora para localização, identificação, catalogação e medição de 90 purgadores, utilizando o sistema TrapMan.TM5

A seguir, todos os purgadores devem ser medidos.

Com a população catalogada, leva-se em média, 08 homens-hora para a medição e registro dos dados coletados de 90 purgadores, utilizando o sistema TrapMan TM5.

Após o término das medições e registro dos purgadores, migrar as informações do banco de dados do TM-5 para o TrapManager.

5.4.7. Determinação da quantidade de equipes de gerenciamento de purgadores de vapor

Em regime permanente de gerenciamento de população de purgadores, o tempo necessário para executar um ciclo completo, compreendendo medição, análise, disponibilização da informação e tomada de decisão, não deve ser superior a dois meses, para evitar que os petroblog-Santini

Página 15 de 28

purgadores de vapor ultrapassem o nível máximo de vazamento aceitável ou que permaneçam bloqueados por muito tempo.

Considerando uma equipe composta por um Analista, um Operador de TrapMan TM5 e um Auxiliar dedicado, tem-se:

- a- Tempo médio de trabalho por mês: 20 dias úteis que equivalem a 160 horas disponíveis;
- b- Tempo de medição e transferência de dados: 90 purgadores por dia.

A capacidade de medição da equipe por mês, com 1 aparelho TrapMan TM-5:

- c- Medição e registro diários: 90 purgadores
- d- Medição e registro mensais: 90 purgadores x 20 dias = 1800 purgadores/mês
- e- Tempo de análise das informações e confecção relatórios, referentes a 1800 purgadores: 1 Analista em 10 dias de trabalho, paralelo à medição e registro.

Sendo dois meses o tempo aceitável para executar um ciclo completo de gerenciamento, teremos:

- f- Tempo disponível, considerando medição, registro e análise: 40 dias;
- g- População de purgadores = 90 purgadores x 40 dias = 3.600 purgadores

Portanto, para a realização, no prazo aceitável (2 meses), de um ciclo completo de gerenciamento de população de purgadores, utilizando um TrapMan TM-5 e uma equipe com um Operador, um Auxiliar de campo e um Analista, a população de purgadores não deve ultrapassar 3.600 unidades.

Assim, para dimensionar o nº de equipes e a quantidade de aparelhos TrapMan TM-5, se deve calcular a relação entre o total de purgadores de vapor instalados na fábrica ou empresa e 3.600.

5.4.8. Análise de recuperação de condensado

Uma estratégia importante do gerenciamento de purgadores de vapor é a verificação das estações de vapor, quanto ao destino do condensado produzido:

- se há ou não retorno;
- caso a descarga seja para a atmosfera, qual o volume estimado perdido de vapor;
- se é condensado recuperável ou contaminado;
- se for condensado contaminado, se está havendo descarte para o sistema de águas oleosas.

A princípio, todo condensado recuperável, isto é, limpo, deve descarregar para uma tubulação de retorno, com destino ao desaerador do sistema da caldeira.

É uma forma de incrementar os ganhos operacionais e financeiros da empresa.

No sistema de condensado há o condensado recuperado, aquele que já descarrega para tubulação de retorno, e o condensado, possivelmente, recuperável, que pode ser condensado limpo ou condensado sujo.

Dentre as correntes de condensado recuperável estão os purgadores que descarregam para atmosfera e o condensado que é recolhido, mas está contaminado, sujo, com óleo ou com alguma corrente de processo.

O condensado sujo deve ser descartado para o sistema de Rede de Água Oleosa.

5.4.9. Eliminação de perdas e de represamento de vapor.

A etapa de eliminação dos vazamentos de vapor e a identificação dos purgadores inundados ou represados são a consequência natural desse gerenciamento.

Os vazamentos podem ocorrer tanto através dos purgadores, quanto nas conexões que compõem a estação de vapor, até mesmo em furos nos tubos que interligam o purgador, e geram perdas financeiras.

O represamento do purgador, que acarreta a retenção do condensado na tubulação de vapor vivo ou em equipamento aquecido, é um potencial de risco de golpes de aríete na instalação, além de prejuízos operacionais, pois. podem afetar a qualidade dos produtos.

Ambos os problemas devem ser relatados ao pessoal responsável pela manutenção, daquela área, para os devidos reparos e substituição do purgador instalado.

petroblog-Santini Página 16 de 28

5.5. Metodologia de avaliação das condições de operação dos purgadores

O objetivo desse gerenciamento de desempenho dos purgadores de vapor é, em última análise, verificar se estão operando conforme o projeto.

Para isso, deve haver no Banco de Dados, do TrapManager, uma planilha contendo as seguintes características de projeto, por tipo de purgador de vapor instalado, de acordo com as informações dos fabricantes.

- a. Pressão máxima de operação (MPaG) PMO;
- b. Pressão diferencial máxima (MPa) PMx;
- c. Temperatura máxima de operação (°C) TMO;
- d. Pressão mínima de operação PMiO (MPaG).

Estas características de projeto devem ser introduzidas nesta planilha, à medida que purgadores são cadastrados.

A partir do Banco de Dados do TrapManager, alimentado com as informações de projeto de cada tipo de purgador, comparar os valores de pressão de trabalho (Pi) do vapor e a temperatura de superfície (TS) de cada purgador avaliado, no campo, com as características de projeto:

a)Se (Ts) > TMO; ou b)Se (Pi) > PMO; ou c)Se (Pi) < PMiO.

Então, os purgadores, que estão funcionando fora das suas características de projeto, devem ser listados e identificada a causa da falha ou de pouca durabilidade do purgador.

Por exemplo:

Características de projeto do purgador:

Purgador: mecânico de bóia livre

Modelo: J3X Fabricante: TLV Orifício número: 21

Pressão máxima de operação – PMO: 2,1 MPaG Pressão diferencial máxima – PMx: 2,1 MPa Temperatura máxima de operação – TMO: 220°C Pressão mínima de operação – PMiO: 0,01 MPaG

Informações adquiridas no campo:
 Pressão de trabalho ou operação: 1,56 MPaG

Contrapressão: 0,45 MPaG

Temperatura de superfície do purgador: 235°C

Laudo:

As pressões à montante e à jusante do purgador estão adequadas.

Porém, a temperatura de superfície (Ts) do purgador, no momento da medição, é 235°C e a TMO é de 220°C. logo o purgador está inadequado para o trabalho, do ponto de vista operacional.

Uma preocupação constante, é a consistência dos resultados das medições de campo. Por exemplo, se o resultado da medição foi purgador BOM, contudo a medição anterior apresentou resultado BAIXA TEMPERATURA e, como o purgador tem tendência a manter a falha após acusá-la, alguma anomalia deve estar ocorrendo e deve ser investigada.

Também deve ser verificado se a estação de vapor, onde está instalado o purgador de vapor, atende às recomendações constantes nas boas práticas de padronização de estações de vapor, seja para tubulações de vapor vivo, linhas de *tracers* e aquecimento de equipamentos (permutadores, tanques, pré-aquecedores de ar, turbinas, filtros, etc.).

5.6. Análises qualitativa e quantitativa dos resultados

Empregando os recursos de análise do TrapManager, é possível obter, a qualidade de desempenho operacional do purgador de vapor e a quantidade de purgadores com algum tipo de falha.

Por exemplo:

petroblog-Santini Página 17 de 28

a. Desempenho operacional do purgador

Conforme o TrapManager os purgadores avaliados são classificados como

- Bom.
- Dando passagem,
- Bloqueado,
- Baixa Temperatura,
- Vazando vapor,
- Fora de serviço.

b. Quantidade de purgadores por tipo de falha:
□□Baixa temperatura;
□ □Bloqueado;
□□Pequeno vazamento;;
□□Médio vazamento;
□□Grande vazamento;
□□Vazando total.
c. Dentro da população de purgadores avaliados, a quantidade de purgadores avariado por: □ Área; □ Aplicação; □ Tipo; □ Fabricante; □ Tempo de uso; □ Tipo e aplicação;

Com os dados obtidos, se deve estabelecer estudos estatísticos para permitir as conclusões sobre a tendência de desempenho dos purgadores.

Após algumas medições, é possível estimar a taxa de falha dos diversos tipos de purgadores, aplicados em diferentes serviços.

Caso determinado tipo de purgador apresente uma taxa de falhas de frequência acima do normal, avaliar:

- a) Adequação do tipo de purgador à utilização.
- b) No caso de modelo não adequado, a troca em função da taxa de falhas

Essa análise também pode ser usada para alterar a frequência de medição e, em alguns casos, para escolha de outro tipo de purgador, mais apropriado para aquele determinado serviço.

5.7. Análises do TrapManager

TrapManager é o *software* de computador para gerenciar a população de purgadores de vapor, verificados com o aparelho TrapMan TM5, que pode ser usado em computadores pessoais, redes locais e redes globais de computadores.

O TrapManager é usado junto com o aparelho TM5, que é um *hardware* totalmente integrado, para inspeção e diagnóstico de purgadores de vapor.

Os dados obtidos pela medição individual de purgadores com o aparelho TM5 são baixados no computador, que usa o *software* TrapManager.

Uma vez no computador, os dados podem ser manipulados de várias maneiras:

- a. Exibidos na tela em formato de tabelas e gráficos,
- b. Exportados em vários formatos para análise em outros programas,
- c. Impresso em forma de relatório.

O gerenciamento de purgadores com o sistema TrapManager envolve a divisão da instalação ou fábrica em áreas, cada uma contendo uma certa quantidade de purgadores de vapor. As características de cada purgador de vapor, de determinada área, inseridas no TrapManager Master Log, são transferidas para o aparelho TM5 no início da realização de cada inspeção.

A ordem em que os purgadores de cada área são inspecionadas é chamada de rota. petroblog-Santini Página 18 de 28

Com o TrapManager, é possível criar diferentes rotas em uma única área ou em várias áreas. E, ainda, criar novas rotas ou modificar as rotas existentes, conforme necessário, com base em critérios como aplicação e tipo de cada purgador.

Após a inspeção dos purgadores, um a um, usando o aparelho TM5, o TM5 é novamente conectado ao computador, com o programa TrapManager em execução, e se transfere os dados diretamente para o computador, usando o comando *Communicate* do menu *Utilities*. Com isso, é possível então:

- Analisar os dados usando comandos no menu Analysis;
- Imprimir os dados na forma de vários relatórios, usando os comandos do menu Report;
- Exportar os dados em outros formatos, usando o comando Export no menu Utilities.

ANEXOS

Anexo 1 - Verificação da relação pressão x temperatura

As tabelas de propriedades termodinâmicas de vapor d'água trabalham com pressão absoluta ou com pressão relativa ou manométrica.

Quando a tabela for com pressão absoluta, se deve considerar o efeito da pressão atmosférica, isto é, a pressão absoluta é igual a soma da pressão manométrica mais a pressão atmosférica. Nas plantas de vapor os valores das pressões das redes são, normalmente, as pressões manométricas.

A tabela de vapor d'água saturado é tipicamente utilizada para determinar a temperatura do vapor saturado a partir da pressão do vapor ou, vice-versa, a pressão a partir da temperatura do vapor saturado.

Uma forma de utilização dessa tabela é a verificação da pressão de trabalho (Pi) do vapor à montante do purgador, informada ao TrapManager e ao TrapMan TM5.

Isso é feito, comparando a temperatura de superfície (Ts) do purgador de vapor, medida pelo TM-5, com a respectiva temperatura de saturação (Tsat), obtida da tabela. para a pressão de trabalho (Pi).

Por exemplo: obtenção da temperatura de saturação para uma dada pressão de trabalho Pressão de trabalho (Pi): 3,0 Kgf/cm²G; e

Pressão atmosférica: 0,1013 MPa.

Passo 1

Se a tabela de vapor d'água saturado for em pressões absolutas:

- Converter a pressão manométrica para o SI-Sistema Internacional de medidas, obtendo pressão de trabalho de 3,0 Kgf/cm²G = 0,2941995 MPaG;
- Calcular a pressão absoluta = 0,2941995 + 0,1013 = 0,3954995 MPa; e
- Entrar na tabela de vapor d'água saturado com a pressão 0,3954995 MPa e obter temperatura de saturação (Tsat)=143,6°C.

A temperatura de saturação (Tsat) é a temperatura do vapor d'água saturado, em função da pressão informada.

Obs.: Se a tabela for em pressões relativas ou manométricas, entrar diretamente com o valor 3,0 Kgf/cm²G.

Passo 2

Comparar a temperatura de superfície (Ts) do purgador de vapor, medida pelo TM-5, com a respectiva temperatura de saturação (Tsat), obtida da tabela, para a pressão informada (Pi) ao TrapManager.

- a) Caso a (Ts) seja superior à (Tsat)
 - i) a pressão de trabalho (Pi):informada está incorreta, sendo a pressão real, no momento da medição, superior à informada, ou
 - ii) está correta, porque o vapor apresenta algum grau de superaquecimento, por isso o purgador está mais quente.
- b) Caso a (Ts) seja inferior à (Tsat)
 - i) a pressão trabalho informada (Pi) também está incorreta, sendo a pressão real, no momento da medição, inferior à informada, ou
 - ii) está correta, porque pode estar havendo represamento de condensado no purgador, por isso ele está mais frio.

petroblog-Santini Página 19 de 28

Deve ser preparado um relatório contendo os purgadores que apresentam essas anomalias, (Ts) maior ou menor que (Tsat), para providências das equipes de operação e manutenção, da planta industrial.

Nota:

Temperatura de vapor d'água saturado

A tabela de vapor d'água saturado é tipicamente utilizada para determinar a temperatura do vapor saturado a partir da pressão do vapor ou, vice-versa, a pressão a partir da temperatura do vapor saturado.

Em adição à temperatura e à pressão, estas tabelas geralmente incluem outras características tais como entalpia específica e volume específico.

Temperatura do vapor d'água saturado em função da pressão relativa ou manométrica

Pressão kgf/cm²	Temperatura °C	Pressão kgf/cm²	Temperatura °C	Pressão kgf/cm²	Temperatura °C
0.2	104.1	5,4	160.6	11.8	190.0
0,3	107.4	5,5	161,4	12,0	191,0
0,4	110,3	5,7	162,7	12,5	192,4
0,6	113,0	5,9	163.5	12,7	193,4
8,0	116,8	6	164.7	13,4	195,5
0,9	119,1	6,2	165,5	14,1	197,7
1,1	122,3	6.4	166.7	15,1	200,9
1,3	124.4	6,6	167,5	15,8	203,0
1,5	127,2	6,8	168,6	16,9	206,0
1,6	129,0	6,9	169,3	17,6	207,8
1,8	131,5	7,1	170.4	18.7	210,6
2,0	133,1	7.3	171,1	19.4	212,4
2,2	135,4	1.5	172.2	21,5	217,4
2,3	136,9	7,6	172.8	24.3	223,6
2,6	139.0	7.8	173.9	28.5	231,9
2,7	140.4	8,0	174,5	31,3	236,9
2,9	142,4	8,2	175,5	35,5	243,9
3.0	143.6	8.3	176.2	38.3	248.2
3,3	145.4	8,5	177,1	42,6	254,3
3,4	146,6	8,7	177,7	45,4	258,1
3.6	148,3	8.9	178.7	49.6	263,5
3.7	149.4	9.0	179,3	52.4	266,9
4.0	151,0	9,2	180,2	56,6	271,7
4,1	152,1	9,4	180,8	59.4	274,8
4.3	153,6	9.7	181,9	63.7	249.2
4.4	154,6	9,9	183,1	66,5	282,0
4,7	156,1	10,4	184,7	72,8	288,1
4.8	157.0	10.6	185,8	79.8	294,3
5.0	158.4	11,1	187.4	90.4	303.0
5,2	159,3	11,3	188,5	97.4	308,4

Anexo 2 - Sistema de gerenciamento de purgadores de vapor TrapMan TM5 & TrapManager da empresa TLV



Sistema composto por um dispositivo ou aparelho TrapMan TM5, de medição no campo, de temperatura de superfície e de vibração, por ultrassom, de purgadores de vapor instalados, para análise e diagnóstico.

Os dados medidos são transferidos para o software de análise TrapManager, baixado em computador pessoal ou de rede. São gerados relatórios, tabelas e gráficos que resumem as informações, para suporte da manutenção preventiva, de purgadores vapor.

Fonte: Sistema computadorizado para gerenciamento de purgadores de vapor https://www.disparco.com.br/downloads/trapman.pdf

petroblog-Santini Página 20 de 28

TrapMan TM5 é um aparelho próprio para auxiliar no gerenciamento de purgadores de vapor, que utiliza medições de vibração, por ultrassom, e de temperatura da superfície externa, do corpo de purgadores de vapor, para análise das condições de funcionamento.

O TM5 é fácil de operar, um técnico pode rapidamente ser treinado para usá-lo

TrapManager é o *software* que manipula os dados transferidos do TM5 e apresenta os resultados numéricos em planilhas, exportáveis para Excel, e gráficos para serem analisados. O TrapManager é o *software* que gerencia e processa os dados cadastrados e coletados pelo TM5, durante a operação dos purgadores de vapor.

Ele possibilita identificar a causa de problema, quantificar as perdas de vapor e as perdas monetárias individuais por purgador, área, ou em toda a instalação industrial.

Também permite a geração de históricos de inspeções, registro de manutenção individual por purgador, criar e alterar frequências de medições, para atuar de forma preventiva nos purgadores.

Anexo 3 - Aparelho TM5 da empresa TLV



Anexo 4 - Especificação de tubos padrão OD ou *tubing* para estações de purga de vapor

Especificação técnica dos materiais das linhas de drenagem de condensado das estações de vapor:

- Tubo padrão OD ou "t*ubing*" de aço inoxidável austenítico ASTM A 269 Gr. 316 ou 316L, sem costura, recozido, dureza superficial máxima de 90 HRB ou 200 HV com de diâmetro externo de ½"OD e espessura 2,108 mm.
- Isolamento térmico integrado com jaqueta em PVC resistente à UV e isolamento com fibra de vidro, resistente à absorção de umidade e livre de cloretos (abaixo de 100 ppm);
- Conectores de compressão de dupla anilha em aço inoxidável ASTM A182 Gr. 316 ou 316L ou ASTM A479 Gr. 316 ou 316L, de diâmetro externo de ½"OD, para classe de pressão 3 000.

petroblog-Santini Página 21 de 28

Alguns fabricantes, como a Swagelok, fornecem estes tubos padrão OD já isolados, são os chamados "tubos jaquetados", tubos OD fornecidos com isolamento térmico.

Os acessórios utilizados (uniões, luvas, joelhos, tês, etc.) são do tipo "conexões de compressão com dupla anilha".

Um tubo de parede mais espessa resiste melhor à ação da anilha do que um tubo de parede fina, daí a escolha da espessura 2,108 mm, permitindo que as anilhas se moldem e se sobreponham às pequenas imperfeições ou defeitos superficiais, como por exemplo, arranhões da superfície, logo promovendo melhor vedação.

Tubo OD ou tubing isolado

Conexão de compressão com dupla anilha

Material:

ASTM A269 Standard Specification for Seamless and Welded Austenitic Stainless Steel Tubing for General Service

Características

- a- Tipo de polimento/rugosidade deve estar de acordo com ASTM A269.
- b- Tubo deve conter gravação externa com nome do fabricante, pressão máxima de trabalho (válida para faixa 29°C a 37°C), espessura, diâmetro externo e lote de fabricação.

c- Descrição

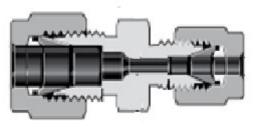
Característica	Descrição
Material do tubo	ASTM A 269 Gr 316L
Fabricação	Sem costura
Diâmetro externo	1/2"
Espessura de parede	2,108 mm (BWG 14 - 0,083")
Dureza máxima	90 HRB (200 HV)
Revestimento externo	Isolamento térmico
Comprimento	6 metros

d- Isolamento térmico composto por jaqueta em PVC resistente à UV e isolamento com fibra de vidro, resistente à absorção de umidade e livre de cloretos (abaixo de 100 ppm).

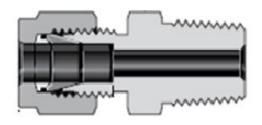


Tubos padrão OD ou *tubing* com isolamento térmico integrado, do fabricante Swagelok Nota: O isolamento é com polímero limitado a 204°C.

Conector reto tipo união de Compressão com dupla anilha de aço inoxidável forjado AISI 316 para "tubing" ½"OD.



Conector reto tipo união de Compressão com dupla anilha de aço inoxidável forjado AISI 316 para "tubing" ½"OD e extremidade com rosca ½" NPT tipo macho.



Obs.: As anilhas também são de aço inoxidável, porém de dureza superficial superior à do tubo, para evitar o *galling* entre as partes.

Tabela – Tubos em Aço Inoxidável padrão OD sem Costura do fabricante Swagelok em polegadas

Pressões máxima de trabalho permitidas calculadas para valor de S=tensão admissível= 20000 psi para tubos ASTM A269 entre -28°C e 37°C, conforme Norma ASME B31.3, salvo notas em contrário.

Fonte Tabela do fabricante Swagelok de pressão de trabalho permitida de tubos padrão OD em Aço Inoxidável. https://www.swagelok.com.cn/downloads/WebCatalogs/PT/MS-01-107.pdf

petroblog-Santini Página 22 de 28

OD (DE)	Espessura da Parede do Tubo, pol.									Séries das							
do Tubo.	0,010	0,012	0,014	0,016	0,020	0,028	0,035	0,049	0,065	0,083	0,095	0,109	0,120	0,134	0,156	0,188	Conexões .
pol.	Nota	Para se	ervico de	gás, sel	ecione a	espess		ão de T			a hachu	rada. (V	ide Servi	ico de G	ás, pági	na 2.)	Swagelok
1/16	5600	6800	8100	9400	12000		, , , , , , , , , , , , , , , , , , ,							,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,	, peg		100
1/8						8500	10900		. 3				5				200
3/16						5400	7000	10200									300
1/4	18					4000	5100	7500	10200 [®]				<i>(</i> 2)				400
5/16	13						4000	5800	8000				A)				500
3/8							3300	4800	6500	7500 [©]						8 8	600
1/2							2600	3700	5100	6700		,	55				810
5/8								2900	4000	5200	6000					8 8	1010
3/4								2400	3300	4200	4900	5800					1210
7/8	9-99							2000	2800	3600	4200	4800					1410
1									2400	3100	3600	4200	4700				1610
1 1/4	. 93							8	. 30	2400	2800	3300	3600	4100	4900	8	2000
1 1/2	2										2300	2700	3000	3400	4000	4900	2400
2												2000	2200	2500	2900	36005	3200

Nota: Para tubos soldados e trefilados, deve ser aplicado um fator de redução da pressão de trabalho referente à integridade da solda:

- Tubos com solda dupla multiplique a pressão nominal por 0,85
- Tubos com solda simples multiplique a pressão nominal por 0,80.

Esta tabela vale nas temperaturas de trabalho de -28°C a 37°C, para temperaturas mais elevadas deve ser aplicado um fator de correção da pressão de trabalho, conforme a tabela a seguir.

Tempe	ratura		Material do Tubo											
°F	°C	Alumínio	Cobre	Aço Carbono [®]	Aço Inox 304	Aço Inox 316	Liga 400	Liga 20 [®]	Liga C-276®	Liga 600®	Titânio	SAF 2507	Liga 825	Liga 625
200	93	1,00	0,80	0,95	1,00	1,00	0,87	1,00	1,00	1,00	0,86	0,90	1,00	0,93
400	204	0,40	0,50	0,870	0,93	0,96	0,79	0,96	0,96	0,96	0,61	0,82	0,90	0,85
600	315	5	8		0,82	0,85	0,79	0,85	0,85	0,85	0,45	0,80	0,84	0,79
800	426				0,76	0,79	0,75	0,79	0,79	0,79			0,81	0,75
1000	537				0,69	0,76			0,76	0,35				0,73

Exemplo:

Para um tubing em aço inoxidável 316, com OD de ½", parede de 0,035" a 537°C (1000°F).

- A pressão de trabalho admissível entre -28°C a 37°C é 2600 psig.
- O fator para temperatura elevada para 537°C é 0,76.

Assim, a pressão de trabalho admissível para um tubo de aço inoxidável 316 com OD de $\frac{1}{2}$ ", parede de 0,035" a 537°C é de 1976 psig.

Anexo 5 - Características técnicas de purgadores e acessórios de estação de vapor Cada tipo de purgador de vapor e de acessório deve ser conforme as seguintes especificações, tendo em vista a padronização da Norma Petrobras N-116.

Purgador de vapor de bóia livre para baixa pressão

CARACTERÍSTICAS	DESCRIÇÃO					
1 - Nome padronizado	Purgador de vapor					
2 - Tipo	Bóia livre					
3 - Padrão construtivo	Pelo Fabricante					
4 - Extremidade	Conexão universal					
5 - Classe de Pressão	ISO PN-30 / 150					
5 - Classe de Flessao	Limites: 21 BAR g e 400 °C					
6 - Capacidade de descarga	Até 200 kg/h					
7 - Perda de vapor	0,5 kg/h máxima					
8 - Material do corpo	blindado					
o - Material do Corpo	Aço inoxidável					
9 - Material dos internos	Aço inoxidável					
	Eliminador bimetálico de ar e válvula de retenção integrados					
10 - Acessórios	Junta de vedação da conexão universal tipo espiralada de aço inoxidável austenítico e enchimento de grafite flexível					

petroblog-Santini Página 23 de 28

Purgador de vapor de bóia livre para pressão elevada

CARACTERÍSTICAS	DESCRIÇÃO					
1 - Nome padronizado	Purgador de vapor					
2 - Tipo	Bóia livre					
3 - Padrão construtivo	Pelo Fabricante					
4 - Extremidade	Conexão universal					
5 - Classe de Pressão	ISO PN-50 / 300					
5 - Classe de Pressão	Limites: 42 BAR g e 425 °C					
6 - Capacidade de descarga	Até 200 kg/h					
7 - Perda de vapor	0,5 kg/h máxima					
O. Matarial da assura	blindado					
8 - Material do corpo	Aço inoxidável					
9 - Material dos internos	Aço inoxidável					
	Eliminador bimetálico de ar e válvula de retenção integrados					
10 - Acessórios	Junta de vedação da conexão universal tipo espiralada de aço inoxidável austenítico e enchimento de grafite flexível					

Purgador de vapor termodinâmico para baixa vazão

Purgador de vapor Termodinâmico					
Tormodinâmico					
Termodifiamico					
Pelo Fabricante					
Conexão universal					
ISO PN-50 / 300					
Limites 42 BAR e 400 °C					
Até 100 kg/h					
3 kg/h máxima					
Blindado / Aço inoxidável					
Aço inoxidável					
Filtro					
Proteção contra chuva					
Junta de vedação da conexão universal tipo espiralada de aço inoxidável austenítico e enchimento de grafite flexível					

Purgador de vapor termodinâmico para alta vazão

CARACTERÍSTICAS	DESCRIÇÃO
1 - Nome padronizado	Purgador de vapor
2 - Tipo	Termodinâmico
3 - Padrão construtivo	Pelo Fabricante
4 - Extremidade	Conexão universal
5 - Classe de Pressão	ISO PN-50 / 150
	Limites 42 BAR g e 400 °C
6 - Capacidade de descarga	Até 900 kg/h
7 - Perda de vapor	3 kg/h máxima
8 - Material do corpo	Blindado / Aço inoxidável
9 - Material dos internos	Aço Inoxidável
10 - Acessórios	Filtro
	Proteção contra chuva
	Junta de vedação da conexão universal tipo espiralada de aço inoxidável austenítico e enchimento de grafite flexível

petroblog-Santini Página 24 de 28

Purgador de vapor de balde invertido para baixa pressão

CARACTERÍSTICAS	DESCRIÇÃO
1 - Nome padronizado	Purgador de vapor
2 - Tipo	Balde invertido
3 - Padrão construtivo	Pelo Fabricante
4 - Extremidade	Conexão universal
5 - Classe de Pressão	ISO PN-30 / 150
5 - Classe de Flessao	Limites 30 BAR g e 400 °C
6 - Capacidade de descarga	100 kg/h a 250 kg/h
7 - Perda de vapor	0,5 kg/h máxima
0. Matarial da assura	blindado
8 - Material do corpo	Aço inoxidável
9 - Material dos internos	Aço Inoxidável
	Válvula de retenção
10 - Acessórios	Junta de vedação da conexão universal tipo espiralada de aço inoxidável austenítico e enchimento de grafite flexível

Purgador de vapor de balde invertido para alta pressão

CARACTERÍSTICAS	DESCRIÇÃO
1 - Nome padronizado	Purgador de vapor
2 - Tipo	Balde invertido
3 - Padrão construtivo	Pelo Fabricante
4 - Extremidade	Conexão universal
5 - Classe de Pressão	ISO PN-50 / 300
	Limites 42 BAR g e 400 °C
6 - Capacidade de descarga	100 kg/h a 250 kg/h
7 - Perda de vapor	0,5 kg/h máxima
8 - Material do corpo	blindado
	Aço inoxidável
9 - Material dos internos	Aço Inoxidável
10 - Acessórios	Válvula de retenção integrada
	Junta de vedação da conexão universal tipo espiralada de aço inoxidável austenítico e enchimento de grafite flexível

Purgador de vapor termostático bimetálico

CARACTERÍSTICAS	DESCRIÇÃO
1 - Nome padronizado	Purgador de vapor termostático bimetálico
2 - Tipo	Bimetálico duplo
3 - Padrão construtivo	Pelo Fabricante
4 - Extremidade	Conexão universal
5 - Classe de Pressão	ISO PN 30
6 - Capacidade de descarga	Até 300 kg/h
7 - Perda de vapor	0,5 kg/h máxima
0. Material de corne	blindado
8 - Material do corpo	Aço inoxidável
9 - Material dos internos	Aço Inoxidável
19-10-11-11-11-11-11-11-11-11-11-11-11-11-	Válvula de retenção integrada
10 - Acessórios integrados	Junta de vedação da conexão universal tipo espiralada de aço inoxidável austenítico e enchimento de grafite flexível

petroblog-Santini Página 25 de 28

Distribuidor de fluxo universal DFU simples

CARACTERÍSTICAS	DESCRIÇÃO
1 - Nome padronizado	DFU - Distribuidor de Fluxo Universal de vapor
2 - Tipo	Simples com descarga para atmosfera
3 - Padrão construtivo	Conexão universal
4 - Diâmetro nominal	1/2" ou 3/4"
5 - Extremidades	Rosca fêmea ANSI/ASME B1.20.1 NPT
C. Olassa da Dassa es	ISO PN-50 / 300
6 - Classe de Pressão	Limites 50 BAR g e 400 ℃
7 Matarial da asses	Blindado forjado
7 - Material do corpo	Aço inoxidável
	Tipo pistão padrão pelo fabricante
	internos de aço inoxidável
	Selagem da haste com fole de AISI 321 ou gaxetas de grafite flexível com reforço de Inconel.
8 - Válvulas	Junta do corpo tipo espiralada de aço inoxidável austenítico AISI 304 e enchimento de grafite flexível
	Funções:
	Drenagem à montante do purgador para teste
	Drenagem de entrada e de saída de condensado para troca do purgador
9 - Acessórios	Não Aplicável

Distribuidor de fluxo universal DFU duplo

CARACTERÍSTICAS	DESCRIÇÃO
1 - Nome padronizado	DFU - Distribuidor de Fluxo Universal de vapor
2 - Tipo	Duplo com descarga para sistema de retorno de condensado
3 - Padrão construtivo	Conexão Universal
4 - Diâmetro nominal	1/2" ou 3/4"
5 - Extremidades	Rosca fêmea ANSI/ASME B1.20.1 NPT
C. Classa de Drassão	ISO PN-50 / 300
6 - Classe de Pressão	Limites 50 BAR g e 400 °C
7 Material de corne	Blindado forjado
7 - Material do corpo	Aço inoxidável
8 - Válvulas	Tipo pistão padrão pelo Fabricante
	Internos de aço inoxidável
	Selagem da haste com fole de AISI 321 ou gaxetas de grafite flexível com reforço de Inconel.
	Junta do corpo tipo espiralada de aço inoxidável austenítico AISI 304 e enchimento de grafite flexível.
	Funções:
	Drenagem à montante do purgador para teste
	Drenagem à jusante do purgador para teste
	Drenagem de entrada e de saída de condensado para troca do purgador
9 - Acessórios	Não Aplicável

petroblog-Santini Página **26** de **28**

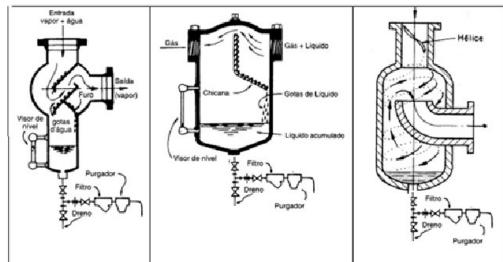
Conector para purgador de vapor tipo conexão universal

CARACTERÍSTICAS	DESCRIÇÃO
1- Nome padronizado	Conector para purgador
2- Tipo	conexão Universal
3- Padrão construtivo	Pelo Fabricante
4- Diâmetro nominal	1/2" ou 3/4"
5- Extremidades	Rosca fêmea NPT conforme ANSI/ASME B1.20.1
6- Classe de Pressão	ISO PN-50 / 300
	Limites 50 BAR g e 400 °C
7- Material do corpo	Aço inoxidável

Tipos de separadores de umidade

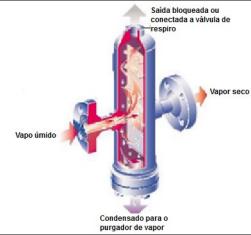
Separador por inércia

A umidade em forma de gotas é removida por inércia e decantação devido à perda de sustentação pelo vapor, com o choque nas chicanas do separador. A retirada e drenagem da água e condensado são através de purgador.



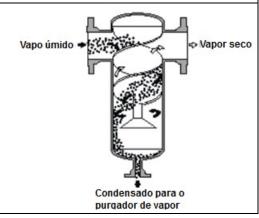
Separador com defletor

- Placas defletoras mudam a direção do fluxo, promovendo a coleta de gotas d'água;
- Área da seção transversal reduz velocidade do fluido, facilitando a queda das gotas d'água;
- Água e condensado no interior são eliminados por purgador.



Separador ciclônico

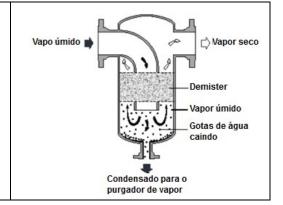
- "Barbatanas" geram fluxo ciclônico;
- Vapor girando ao longo do corpo do separador;
- Água desce escorrendo pela parede;
- Água e condensado no interior são eliminados por purgador.



petroblog-Santini Página 27 de 28

Separador coalescente

- Enchimento interno com malha de arame (demister) obstrui moléculas de água;
- Moléculas coalescem em gotas;
- Gotas grandes caem para o fundo;Água e condensado no interior são eliminados por purgador.



Página 28 de 28 petroblog-Santini