

AULA 4

Volume I do Livro Texto

CONTEÚDO:

- *Capítulo 7*

Purgadores de Vapor, Separadores Diversos e Filtros.

LINHAS DE VAPOR

Nas linhas de vapor sempre haverá água líquida (condensado) resultante da condensação parcial do vapor ou arrastada pela vapor que sai da caldeira.

MOTIVOS PELOS QUAIS O CONDENSADO DEVE SER RETIRADO DA LINHA DE VAPOR

Conservar a energia do vapor (O CONDENSADO NÃO TEM AÇÃO MOTORA E NEM AÇÃO AQUECEDORA EFICIENTE)

Evitar vibrações e golpes de aríete nas tubulações causados pelo condensado arrastado pelo vapor em alta velocidade

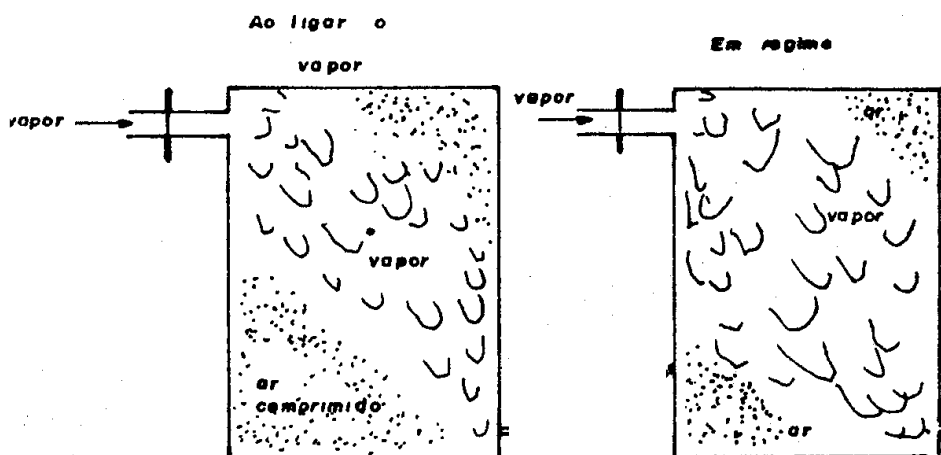
Evitar erosão causada pelo impacto das gotas de condensado

Diminuir os efeitos da corrosão evitando a formação de ácido carbônico ($H_2O + CO_2 \rightarrow H_2CO_3$)

Evitar o resfriamento do vapor

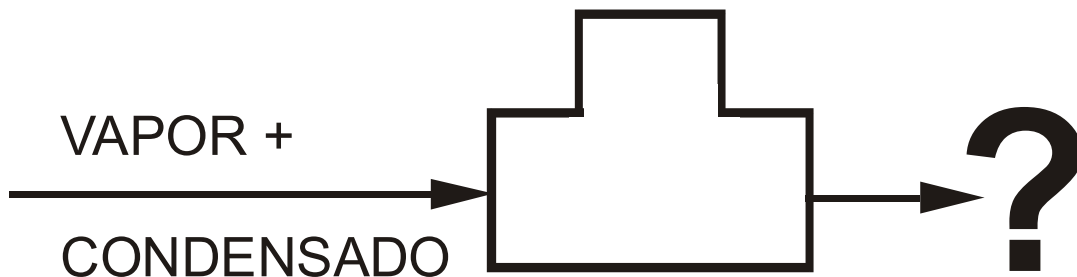
Evitar a diminuição da seção útil de escoamento

AS TUBULAÇÕES DE VAPOR, ALÉM DO CONDENSADO, TAMBÉM CONTERÁ AR E OUTROS GASES INCONDENSÁVEIS (CO_2 por exemplo) QUE TAMBÉM PRECISAM SER ELIMINADOS.



PURGADORES DE VAPOR

SÃO DISPOSITIVOS AUTOMÁTICOS QUE SEPARAM E ELIMINAM O CONDENSADO DAS LINHAS DE VAPOR E DOS APARELHOS DE AQUECIMENTO.



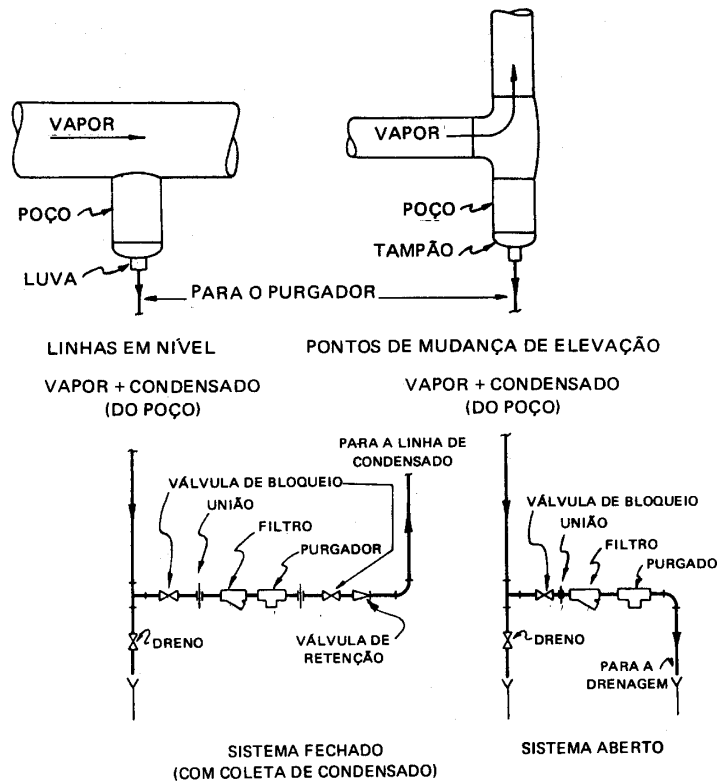
CASOS TÍPICOS DE EMPREGO

1. Eliminação de condensado das tubulações de vapor (drenagem de tubulações de vapor).
2. Reter vapor nos aparelhos de aquecimento a vapor (aquecedores, refeedores, serpentinas de aquecimento, autoclaves, estufas etc.).

A INSTALAÇÃO DO PURGADOR É DIFERENTE PARA CADA CASO TÍPICO DE EMPREGO

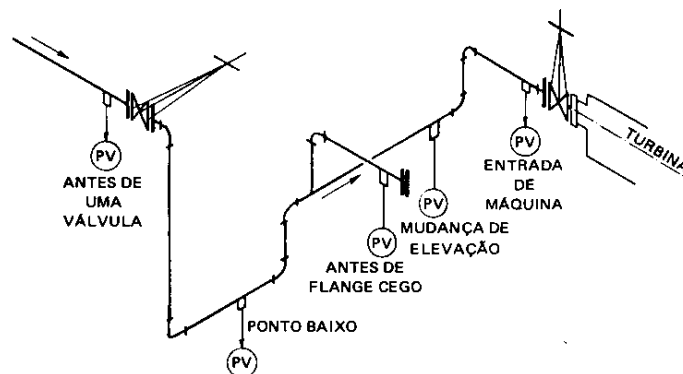
APESAR DAS INSTALAÇÕES SEREM DIFERENTES, EM QUALQUER UM DOS DOIS CASOS A DESCARGA DOS PURGADORES PODE SER FEITA DIRETAMENTE PARA A ATMOSFERA (Descarga livre) OU PARA UMA LINHA DE CONDENSADO (Descarga fechada)

1- Instalação de purgadores para drenagem de tubulações de vapor

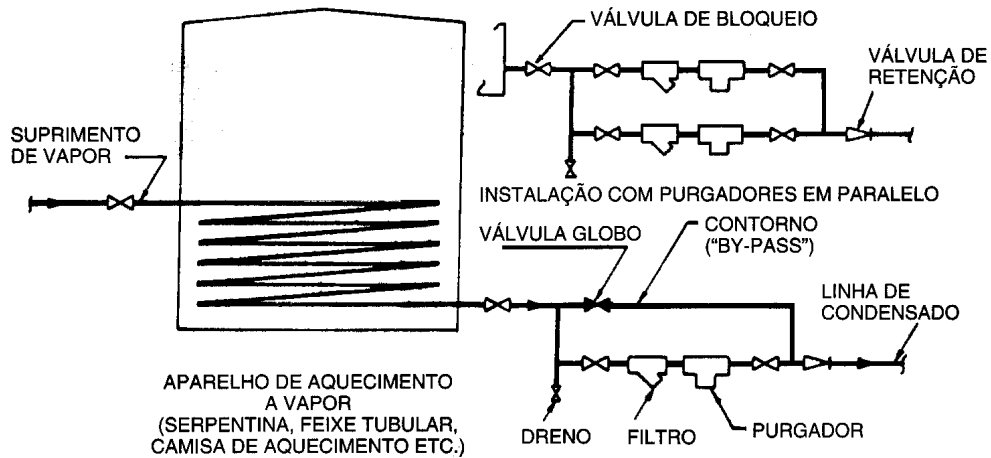


PONTOS DE DRENAGEM DAS TUBULAÇÕES DE VAPOR

1. Todos os pontos baixos e todos os pontos de aumento de elevação
2. Nos trechos de tubulação em nível em cada 100 a 250 m (*QUANTO MAIS BAIXA FOR A PRESSÃO DE VAPOR MAIS NUMEROSOS DEVERÃO SER OS PURGADORES*)
3. Imediatamente antes de todas as válvulas de bloqueio, válvulas de retenção, válvulas de controle e válvulas redutoras de pressão
4. Próximo à entrada de qualquer máquina a vapor.



2 – Instalação para reter vapor em aparelhos de aquecimento



ALGUNS CUIDADOS PARA INSTALAÇÃO DE PURGADORES

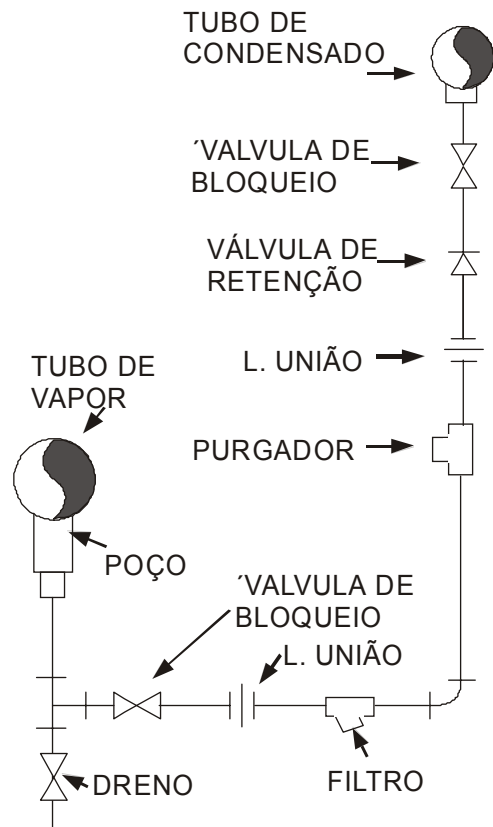
O CONDENSADO DEVE, SEMPRE QUE POSSÍVEL, CORRER POR GRAVIDADE PARA O PURGADOR

QUANDO NÃO EXISTIR ESCOAMENTO POR GRAVIDADE, DEVE SER COLOCADO UMA VÁLVULA DE RETENÇÃO (Como mostra a figura ao lado)

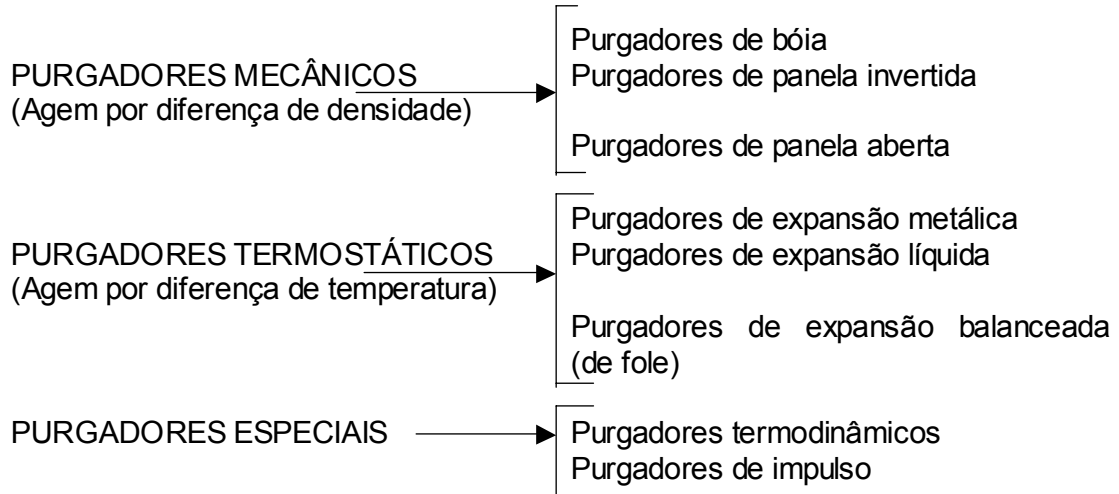
AS TUBULAÇÕES DE ENTRADA E SAÍDA DOS PURGADORES DEVE TER O MENOR COMPRIMENTO POSSÍVEL

QUANDO HOUVER DESCARGA PARA A ATMOSFERA, O PURGADOR DEVE SER COLOCADO DE MODO QUE O JATO QUENTE DE CONDENSADO NÃO ATINJA PESSOAS OU EQUIPAMENTOS

OS PURGADORES DEVEM SER MONTADOS EM LOCAIS QUE PERMITAM ACESSO E MANUTENÇÃO



PRINCIPAIS TIPOS DE PURGADORES A VAPOR

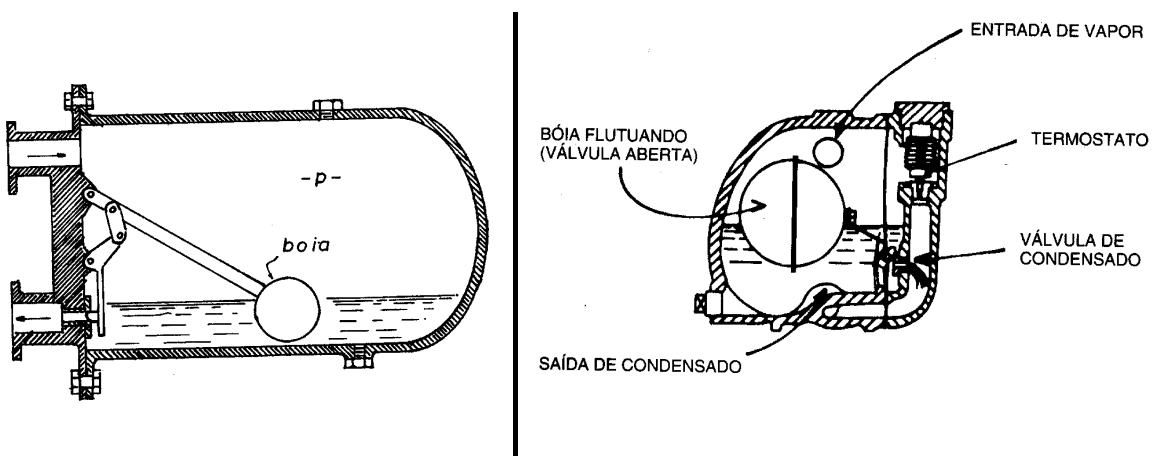


1 - Purgador de bóia

NÃO PERMITE A SAÍDA DE AR E OUTROS GASES INCONDENSÁVEIS
(Alguns purgadores possuem uma válvula termostática para eliminação de ar)

DEPENDENDO DA QUANTIDADE DE CONDENSADO A DESCARGA PODE SER CONTÍNUA OU INTERMITENTE

DEVIDO A POSSIBILIDADE DE DESCARGA CONTÍNUA, SÃO EMPREGADOS PARA RETER O VAPOR NA SAÍDA DE APARELHOS DE AQUECIMENTO

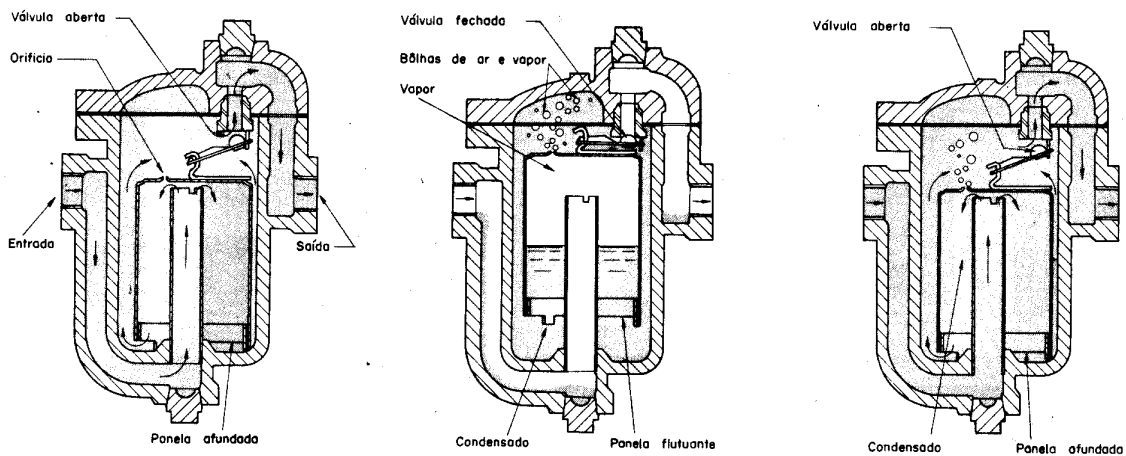


2 - Purgador de panela invertida

É UTILIZADO NA DRENAGEM DE TUBULAÇÕES DE VAPOR PARA QUAISQUER VALORES DE PRESSÃO E TEMPERATURA

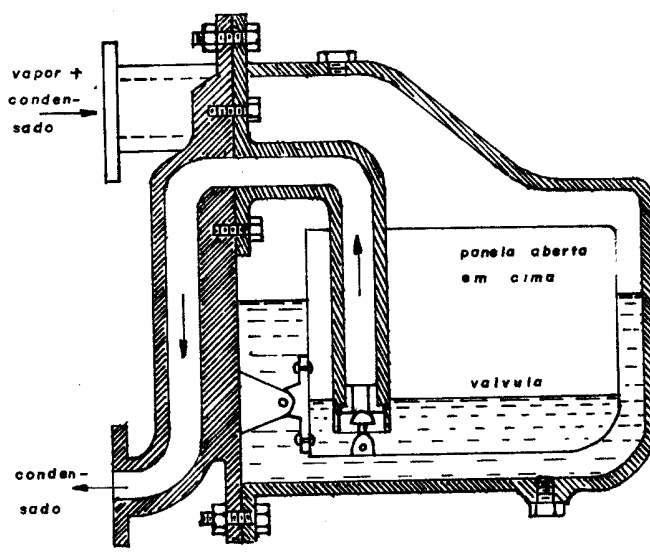
PRECISA ESTAR ESCORVADO PARA ENTRAR EM FUNCIONAMENTO

A ELIMINAÇÃO DE AR É MODERADA E SÓ OCORRE SE A SAÍDA DE CONDENSADO NÃO FOR CONTÍNUA



3 - Purgador de panela aberta

Utilização e funcionamento semelhante ao purgador de panela invertida



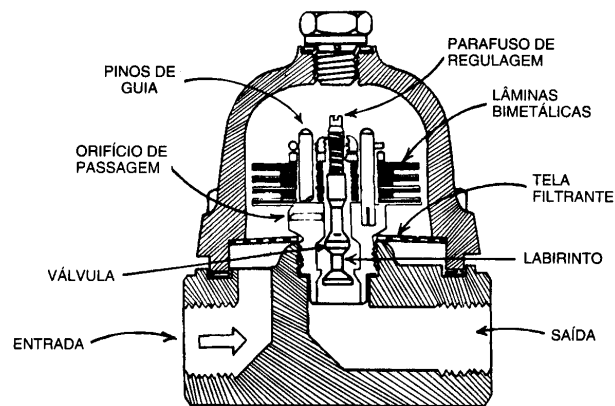
4 – Purgador de expansão metálica

FUNCIIONAM PELA DIFERENÇA DE TEMPERATURA QUE EXISTE, NA MESMA PRESSÃO, ENTRE O VAPOR E O CONDENSADO.

VANTAGENS

São pequenos e leves
Removem ar com grande facilidade
Suportam bem os golpes de aríete
Podem trabalhar com qualquer pressão
Vibrações e movimentos da tubulação não perturbam seu funcionamento

SÃO UTILIZADOS PARA ELIMINAR AR E OUTROS GASES INCONDENSÁVEIS DAS LINHAS DE VAPOR DE GRANDE DIÂMETRO

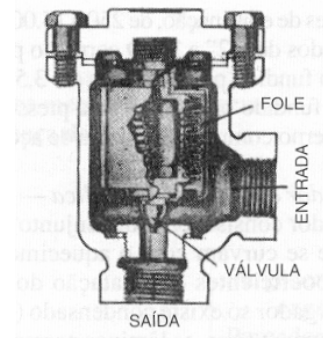


5 – Purgador, termostático de folo

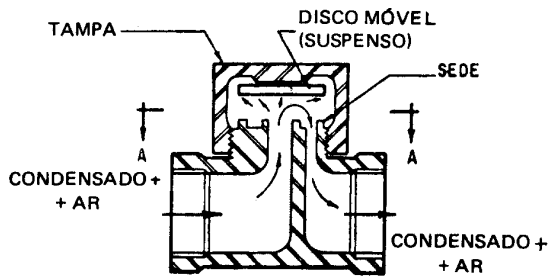
É EMPREGADO EM BAIXAS PRESSÕES (Até 3,5 MPa) PRINCIPALMENTE QUANDO EXISTE GRANDE VOLUME DE AR A ELIMINAR

NÃO SERVEM PARA TRABALHAR COM VAPOR SUPERAQUECIDO

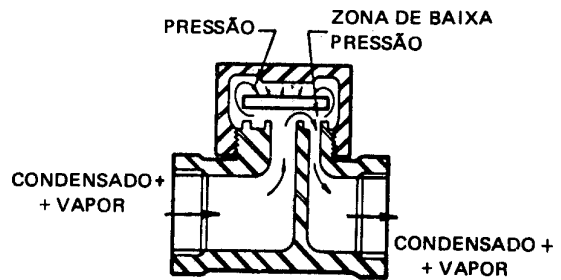
A DESCARGA DE CONDENSADO É INTERMITENTE, DEMORADA, E A PERDA DE VAPOR É RELATIVAMENTE GRANDE



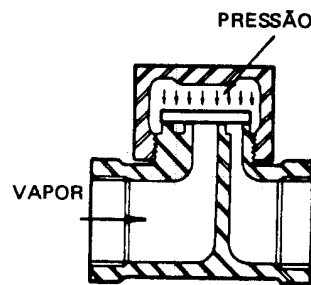
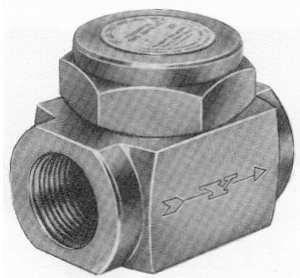
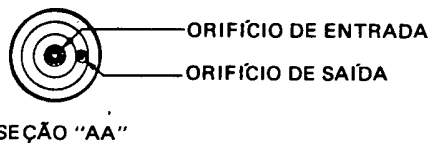
6 – Purgador termodinâmico



PURGADOR ABERTO
(DESCARGA DE CONDENSADO)



PURGADOR FECHANDO-SE
(CHEGADA DE VAPOR)



PURGADOR FECHADO

TABELA DE CAPACIDADES					
PRESSÃO NA ENTRADA		TAMANHO			
kgf/cm ²	lbf/pol ²	3/8"	1/2"	3/4"	1"
0,5	7	68	80	562	800
1	14	97	115	681	1150
1,5	21	118	140	727	1300
2	28	137	161	763	1400
3	43	164	195	835	1550
4	57	184	221	905	1740
6	85	213	261	1000	1980
8	114	238	288	1090	2200
10	142	259	308	1160	2350
15	213	295	349	1280	2700
20	284	322	386	1365	3050
30	427	367	440	1470	3500
35	498	390	467	1510	3700
42	600	413	499	1542	4000

Descarga máxima contínua em kg/hora a 17° C ou 30° F, abaixo da temperatura do vapor

EMPREGADO PARA DRENAGEM DE LINHAS DE VAPOR E PARA LINHAS DE AQUECIMENTO DESDE QUE A QUANTIDADE DE CONDENSADO NÃO SEJA MUITO GRANDE.

NÃO DEVE SER USADO QUANDO A CONTRAPRESSÃO DO CONDENSADO FOR MAIOR QUE 50% DA PRESSÃO DO VAPOR

SELEÇÃO E DIMENSIONAMENTO DOS PURGADORES DE VAPOR

FATORES QUE INFLUEM NA SELEÇÃO DE PURGADORES

Natureza da instalação e finalidade do purgador

Pressão e temperatura do vapor na entrada do purgador

Tipo de descarga do condensado (aberta ou fechada), pressão e temperatura do condensado no caso do sistema ser fechado.

Quantidade de condensado a ser eliminado

Perda admitida de vapor vivo

Ocorrências de golpe de aríete ou vibrações na tubulação

Ação corrosiva ou erosiva do vapor ou do condensado

Custo inicial

PARA DETERMINAÇÃO DA PRESSÃO DO VAPOR NA ENTRADA DO PURGADOR DEVEM SER CONSIDERADAS AS PERDAS DE CARGAS EXISTENTES ANTES DO PURGADOR

O MESMO CUIDADO DEVE-SE TER PARA DETERMINAR A PRESSÃO DO CONDENSADO EM SISTEMAS DE DESCARGA FECHADA

SE AS CONDIÇÕES DE PRESSÃO DO VAPOR E/OU DO CONDENSADO FOREM VARIÁVEIS, O PURGADOR DEVERÁ SER SELECIONADO PARA **A MÍNIMA PRESSÃO DO VAPOR** E PARA **A MÁXIMA PRESSÃO DO CONDENSADO**

CARACTERÍSTICAS DOS PURGADORES

TIPO	Pressão máxima do vapor (kgf/cm ²)	Capacidade Máxima (kg/h)	Permite descarga contínua ?	Eliminação de ar	Resistência a golpes de aríete	Perda de vapor	Necessidade de manutenção
Bóia	35	50.000	sim	pode ser	não	pouca	regular
Panela invertida	180	15.000	não	sim	sim	pouca	bastante
Panela aberta	100	6.000	não	sim	sim	pouca	bastante
Expansão metálica	50	4.000	pode ser	sim	sim	bastante	regular
Expansão líquida	35	4.000	pode ser	sim	não	bastante	regular
Expansão balanceada (fole)	35	1.000	pode ser	sim	não	bastante	regular
Termodinâmico	100	3.000	não	sim	sim	regular	quase nenhuma
Impulso	100	5.000	não	não	sim	regular	quase nenhuma

PARA QUALQUER PURGADOR A CAPACIDADE DE ELIMINAÇÃO DE CONDENSADO É SEMPRE FUNÇÃO DA PRESSÃO DIFERENCIAL ATRAVÉS DO PURGADOR E DA TEMPERATURA DO CONDENSADO

CASOS TÍPICOS DE EMPREGO DE PURGADORES

Serviço	Condições de trabalho		Tipos recomendados	Coefficiente de segurança
Drenagem de tubulação de vapor (com retorno de condensado)	Vapor saturado	Alta pressão: mais de 2 MPa ($\cong 20 \text{ Kgf/cm}^2$)	B	2
		Média pressão: até 2 MPa	B - C	2
		Baixa pressão: até 0,2 MPa	C - B	3
	Vapor superaquecido	Alta pressão: mais de 2 MPa	B - C	2
		Média pressão: até 2 MPa	C - B	2
		Baixa pressão: até 0,2 MPa	C - B	3
Drenagem de tubulação de vapor (descarga aberta)	Vapor superaquecido ou saturado	Pressões até 0,1 MPa ($\cong 1 \text{ Kgf/cm}^2$)	C	2
		Pressões acima de 0,1 MPa	D	3
Aquecimento de tubulações	-	-	D	3
Aparelhos de aquecimento a vapor	Altas vazões (mais de 4.000 Kg/h)	Vazão constante	A - B	2
	Médias e baixas vazões (até 4000 Kg/h)	Vazão variável	A - B	4
Serpentinas de tanques	-	Vazão constante	A - B	2
		Vazão variável	C - A	4
			B - A	3
A – purgador de bóia		C – purgador termostático ou de expansão metálica		
B – purgador de panela invertida		D – purgador termodinâmico		

FIXADO O TIPO DE PURGADOR E CALCULADO A PRESSÃO DIFERENCIAL MÍNIMA E A QUANTIDADE DE CONDENSADO A ESCOLHA DO MODELO ADEQUADO RESUME-SE A UMA CONSULTA A CATÁLOGOS

CÁLCULO DA QUANTIDADE DE CONDENSADO A ELIMINAR

1 – Para drenagem de linhas de vapor

$$Q = n(Q_a + 0,5Q_s)$$

Onde:

Q → Quantidade total de condensado (**A capacidade de eliminação do purgador deverá ser igual ou maior do que Q**)

n → Coeficiente de segurança

Q_a → Quantidade de condensado formado durante o aquecimento da tubulação (**Início de funcionamento do sistema**)

Q_s → Quantidade de condensado formado com a tubulação em operação normal

$$Q_a = \frac{6,84Lw\Delta t}{Q_i N}$$

$$Q_s = \frac{La\Delta tU}{Q_i}$$

L = comprimento da tubulação (pés)

w = peso unitário do tubo vazio (lb/pés)

Δt = diferença de temperatura entre o vapor e o ambiente ($^{\circ}F$)

Q_i = calor latente do vapor na temperatura final em (Btu)

N = numero de minutos de duração do aquecimento da tubulação (toma-se geralmente $N=5$)

a = área lateral unitária do tubo (pé²/pé)

U = perda unitária de calor através do isolamento térmico.

Como exemplo temos, para o isolamento usual de hidrossilicato de cálcio com 2" de espessura $U = 0,286 \text{ Btu/pé}^2/^{\circ}F/h$

OS PURGADORES PRÓXIMOS DAS LINHAS DE SAÍDA DE CALDEIRA DEVEM
SER SUPERDIMENSIONADOS (**coeficiente de segurança = 4**) PARA
ELIMINAR A ÁGUA ARRASTADA PELO VAPOR.

QUANDO HOVER GRANDES QUANTIDADES DE AR OU OUTROS GASES
DEVE-SE ADOTAR COEFICIENTES DE SEGURANÇA
MAIORES QUE OS RECOMENDADOS.

2 – Para reter vapor na saída de aparelhos de aquecimento

A QUANTIDADE DE CONDENSADO A SER ELIMINADO É IGUAL À QUANTIDADE DE VAPOR CONSUMIDO PELO APARELHO DE AQUECIMENTO

OUTROS DISPOSITIVOS SEPARADORES

**OPERAÇÕES
MAIS COMUNS** →

Separação de água e/ou óleo em tubulações de ar comprimido e de outros gases

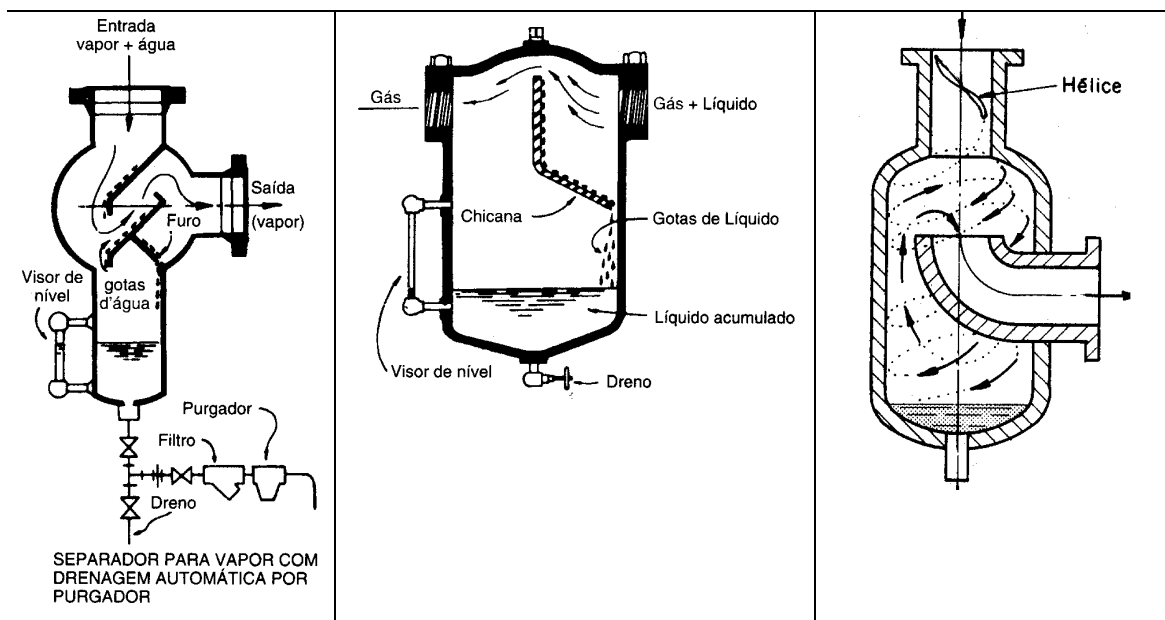
Separação de poeiras e sólidos em suspensão em tubulações de ar e de gases diversos

Separação de ar e/ou água em tubulações de gasolina e outros líquidos leves

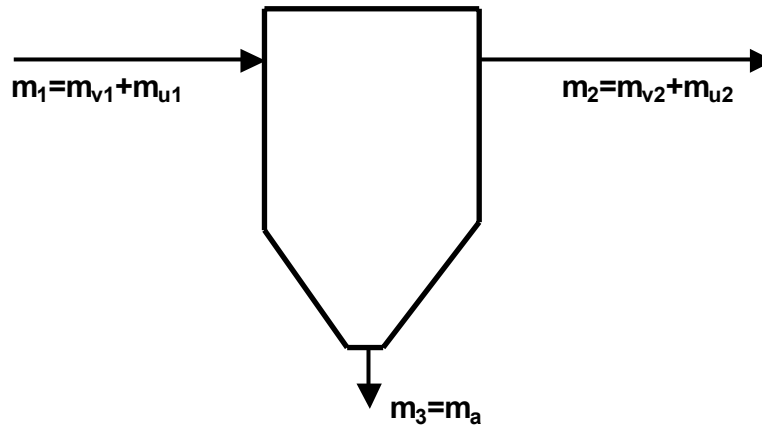
Separação de ar e/ou água em tubulações de vapor

→ **FLUTUAÇÃO
INÉRCIA
CAPILARIDADE
ABSORÇÃO**

SEPARADORES DE INÉRCIA



CÁLCULO DA EFICIÊNCIA DE UM SEPARADOR



$$e = \frac{m_a}{m_{u1}} \times 100\%$$

$$e = \frac{x_2 - x_1}{100 - x_1} \times 100\%$$

m_a = massa de água separada

m_{u1} = massa de umidade no vapor antes do separador

m_a e m_{u1} —————> são calculados para a mesma massa de vapor úmido entrando no separador

x_1 e x_2 —————> são respectivamente o título do vapor antes e depois do separador

Em uma massa “m” de vapor úmido de título “x”, a massa de água é dada por

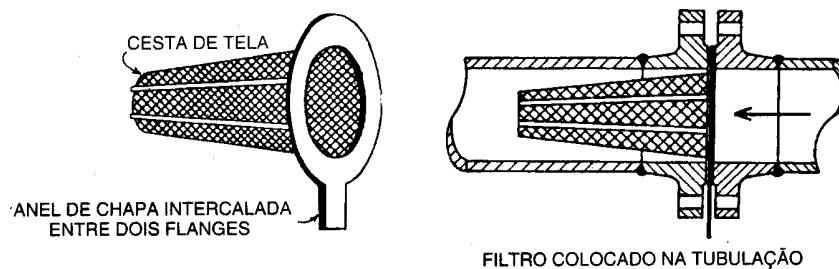
$$m_u = m(100-x)$$

pois, por definição,

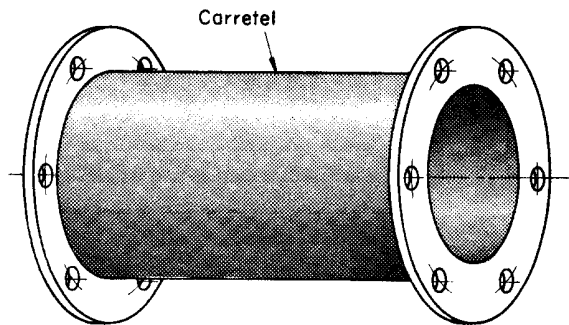
$$x = \frac{\text{massa de vapor}}{\text{massa total}} = \frac{m_v}{m_v + m_a}$$

FILTROS PROVISÓRIOS E PERMANENTES

1 – Filtros provisórios

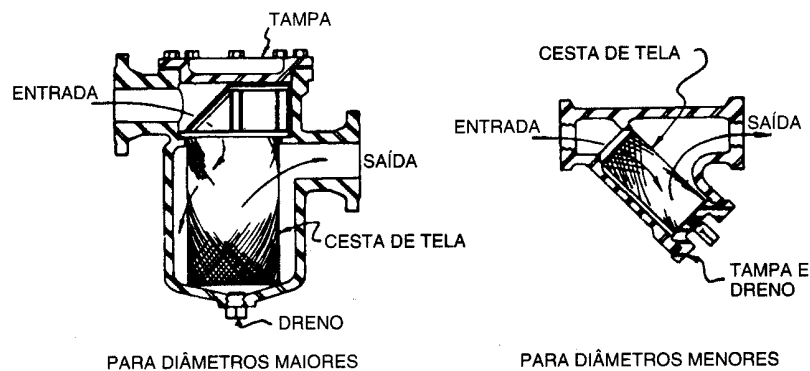


Para facilitar a colocação e posterior retirada dos filtros provisórios, deve-se utilizar um carretel



A CESTA DE TELA DEVE TER UMA ÁREA FILTRANTE DE NO MÍNIMO 3 A 4 VEZES A ÁREA DA SEÇÃO TRANSVERSAL ÚTIL DA TUBULAÇÃO

2 – Filtros permanentes

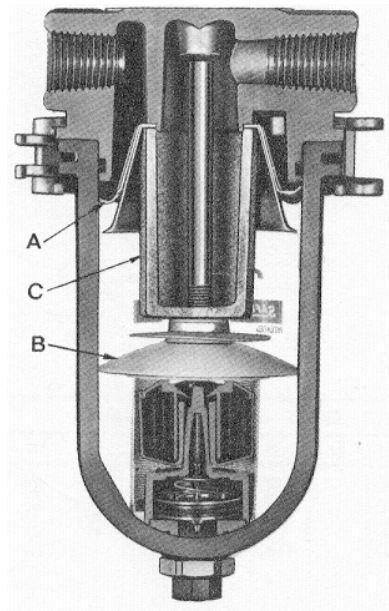
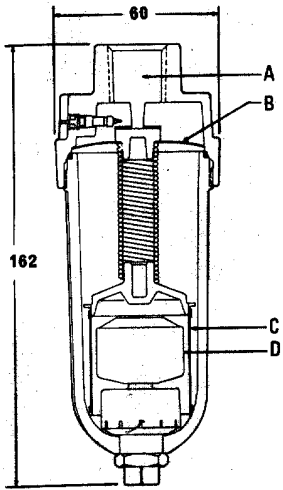


OS ELEMENTOS FILTRANTES (*mesmo nos filtros provisórios*) DEVEM SER SEMPRE DE MATERIAIS RESISTENTES À CORROSÃO

EM LINHAS DE FUNCIONAMENTO CONTÍNUO E COM NECESSIDADE DE FILTRAGEM CONSTANTE, COLOCA-SE FILTROS EM PARALELO

OS FILTROS CAUSAM PERDAS DE CARGA MUITO ELEVADAS

PURGADOR E FILTRO COM SEPARADOR PARA AR COMPRIMIDO



**CAPÍTULO 8 – RECOMENDAÇÕES DE MATERIAIS PARA ALGUNS SERVIÇOS
ESPECIFICAÇÃO DE MATERIAL PARA TUBULAÇÃO - AULA 4 ANEXO 1**

AULA 4

Referente ao Capítulo 7 do Livro Texto

CLASSE DE FLUIDOS		HIDROCARB. LÍQUIDOS POUCO CORROSIVOS					ESPECIFICAÇÃO		"D"								
FAIXA DE VARIAÇÃO DE PRESSÕES E TEMPERATURAS		MPa	4,0	3,8	3,5	2,8	CLASSE DE PRESSÃO NOMINAL										
		C	100	200	300	400 max.	ANSI	300#	FR								
MATERIAL BÁSICO		AÇO-CARBONO					MARGEM P/CORROSÃO		1,2mm								
PEÇAS		DIÂMETROS NOMINAIS (Pol.)															
		1/2	3/4	1	1½	2	3	4	6	8	10	12	14	16	18	20	24
TUBOS	MATERIAL	ASTM-A 106 Gr.			ASTM-A 53Gr. A(*)			ASTM-A 53 Gr. B(**)									
	FABRICAÇÃO	PRETO, SEM COSTURA					PRETO, COM OU SEM COSTURA										
	ESPESSURA	Série 80			Série 40			3/8"	CALCULAR (3/8" Min.)								
	EXTREMIDADES	PONTAS LISAS			PONTAS CHANFRADAS												
FLANGES	MATERIAL						ASTM-A 181 Gr. I										
	TIPO, FACE, CLASSE DE PRESSÃO						PESCOÇO FACE DE RESSALTO ANSI 300 #										
	ESPESSURA						DE ACORDO COM O TUBO										
CONEXÕES	MATERIAL	ASTM-A 234 Gr. A			ASTM-A 234 Gr. B												
	EXTREMIDADES	SOLDA DE ENCAIXE			SOLDA DE TOPO												
	ESPESSURA OU CLASSE DE PRESSÃO	3000#			DE ACORDO COM O TUBO												
CARACTERÍSTICAS GERAIS	MATERIAL DA CARÇAÇA	ASTM-A 105 Gr. II			ASTM-A-182 Gr. F 6												
	MATERIAL DO MECANISMO INTERNO						SOLDA DE ENCAIXE 600#			FLANGES 300# FR							
	EXTREMIDADES E CLASSE DE PRESSÃO																
VÁLVULAS GAVETA	GAVETA E SEDE	GAVETA MACIÇA, SEDES REMOVÍVEIS															
	MOVIMENTAÇÃO DA HASTE	GRAMPO E ROSCA EXTERNA															
	CASTELO	UNIÃO			APARAFUSADO												
	SIGLA E MODELO	V-G2, CRANE 3602 X			V-G5, CRANE 33 X												
VALV. MACHO	TIPO																
	SIGLA E MODELO																
VÁLVULAS GLOBO	TAMPÃO E SEDE	TAMPÃO MACIÇO, SEDE REMOVÍVEL															
	MOVIMENTAÇÃO DA HASTE	GRAMPO E ROSCA EXTERNA															
	CASTELO	UNIÃO								APARAFUSADO							
	SIGLA E MODELO	V-B2 VOGT-SW-803-7								V-B4 CRANE 151X							
VÁLVULAS DE RETENÇÃO	TIPO	ESFERA, SEDE REMOVÍVEL			PORTINHOLA, SEDE REMOVÍVEL			PORTINHOLA BALANCEADA SEDE REMOVÍVEL									
	CASTELO	UNIÃO			APARAFUSADO												
	SIGLA E MODELO	V-R2 VOGT-SW-4853-7			VR-5, CRANE 159 X			VRB-CHAPMAN 323 A									
JUNTAS	TIPO						SEMIMETÁLICA, EM ESPIRAL, COM ENCHIMENTO DE AMIANTO										
	ESPESSURA						9/640"										
PARAFUSOS	TIPO						ESTOJOS C/2 PORCAS HEXAGONAIS										
	MATERIAL						ESTOJOS: ASTM-A 193 Gr. B7, PORCAS: ASTM-A 194										
OBSE-VAÇÕES	*) PODEM SER EMPREGADOS TUBOS API-5L Gr. A (**) PODEM SER TAMBÉM EMPREGADOS TUBOS API-5L Gr. B																

Fig. 8.1

ANEXO 1 – Livro Texto (pág. 104)