

Cálculo de resistência (frequência de ressonância) em poços termométricos

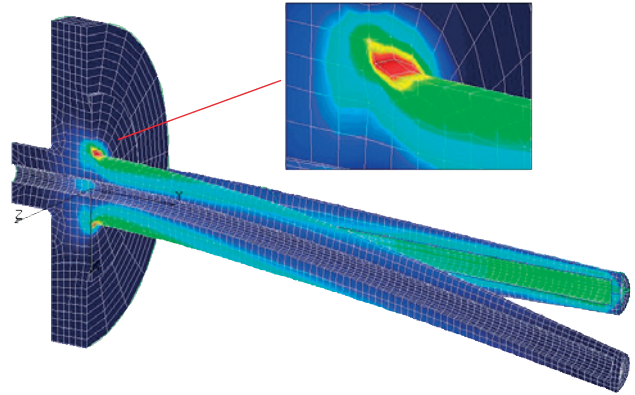
WIKA folha de dados IN 00.15

Aplicações

- O cálculo de resistência em um poço termométrico é a prova matemática da capacidade do mesmo em resistir os esforços estáticos e dinâmicos do processo

Características especiais

- Serviço de engenharia para dimensionamento de poços termométricos usinados de barra conforme a norma ASME PTC 19.3 TW-2016
- Recomendações de alterações estruturais nas especificações dos poços termométricos nos casos onde os limites de tensões admissíveis são excedidos



Representação gráfica por elementos finitos (FEA), dos esforços na ponta e na base do poço termométrico

Descrição

O cálculo de resistência pela norma ASME PTC 19.3 TW-2016 é utilizado para poços termométricos usinados de barra (sem emendas) na forma cônica, reta ou com rebaixo, por exemplo, nos modelos TW10, TW15, TW20, TW25 e TW30 ou poços termométricos usinados de barra.

Os dados de processo necessários para realizar o cálculo conforme ASME PTC 19.3 TW-2016 são:

	Unidade SI	Inglesa	Outros
Velocidade	m/s	ft/s	---
Densidade do meio	kg/m ³	lb/ft ³	---
Temperatura	°C	°F	---
Pressão	bar	psi	---
Viscosidade dinâmica ¹⁾	mm ² /s	ft ² /1000s	cP

1) Opcional pela ASME PTC 19.3 TW-2016

A WIKA garante que o cálculo foi feito com base na ASME PTC 19.3 TW-2016. O usuário final é responsável pela conformidade dos dados de processo usados no cálculo. Geralmente nenhuma garantia pode ser oferecida pela WIKA pelos resultados do cálculo conforme a ASME PTC 19.3 TW-2016. Os resultados têm apenas um caráter informativo.

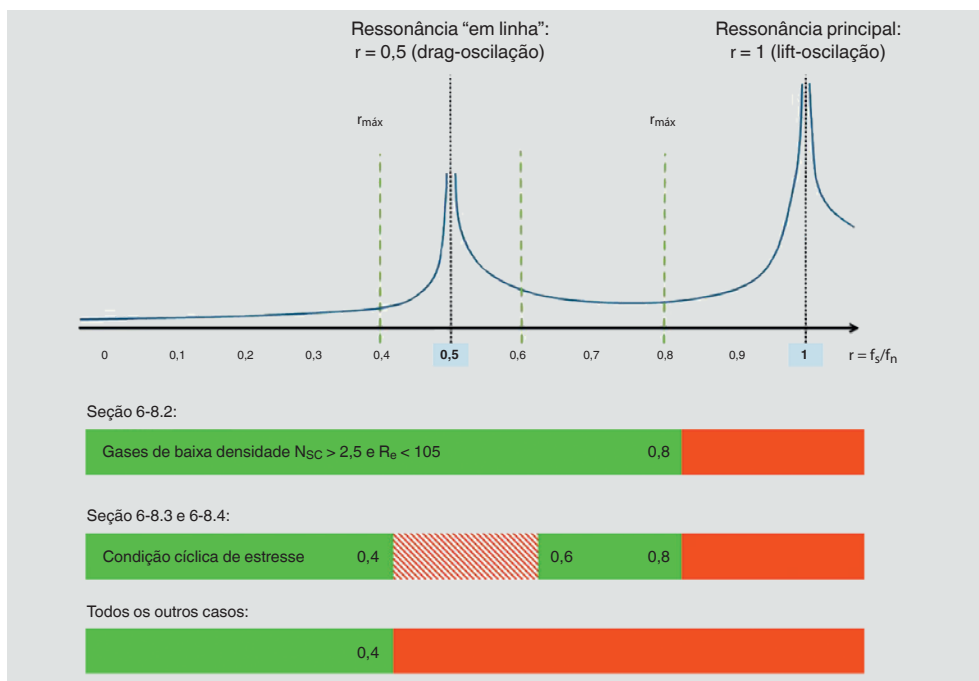
Para mudanças nas especificações onde as tensões admissíveis foram excedidas, as seguintes informações adicionais também serão necessárias:

- Diâmetro interno do bocal
- Altura do bocal (comprimento protegido)
- Diâmetro interno e a espessura da parede da tubulação

Informação básica sobre a ASME PTC 19.3 TW-2016

ASME PTC 19.3 TW-2016 é dividida pelos resultados dos cálculos dinâmico e estático.

Para gases de baixa densidade, o limite da frequência é tipicamente $r_{\text{máx.}} = 0,8$. Para outros meios gasosos, a utilização no intervalo de $r = 0,4$ a $0,6$ da ressonância “em linha” não é permitida. Para meios líquidos, na maioria das aplicações, a razão máxima entre as frequências, $r_{\text{máx.}}$ é igual a $0,4$. Pois este caso temos a ação da frequência de ressonância “em linha”.



A análise dos resultados dinâmicos é feita através do fator de amortecimento N^{SC} (O número de Scruton N^{SC} tem uma relação direta com a frequência permissível $r_{\text{máx.}}$, sendo a razão da frequência de vibração f_s e a frequência natural f_n). Simplificado, para meios gasosos encontra-se normalmente $N^{SC} > 2,5$; e em meios líquidos normalmente o valor é de $N^{SC} < 2,5$.

O número de Scruton N^{SC} no cálculo depende do fator intrínseco de amortecimento, da densidade do material do poço termométrico, o meio de processo e o diâmetro da ponta e da base do poço termométrico.

Para que a relação de frequência $r < 0,8$ seja usada também como limite permissível para meios líquidos, é necessário que seja verificada as tensões admissíveis no material do poço com as tensões reais em caso de ressonância. Adicionalmente, uma avaliação da resistência do material do poço termométrico deve ser realizada com relação aos esforços de fadiga à flexão na área da base do poço termométrico.

Os resultados estáticos da ASME PTC 19.3 TW-2016 são

gerados a partir da pressão máxima admissível de processo (dependendo da temperatura de processo e da geometria do poço termométrico) e da tensão de flexão na área de base do poço termométrico. A tensão de flexão é causada pela vazão incidente no poço termométrico, e depende da altura do bocal do flange de espera.

Recomendações de mudanças construtivas no poço termométrico, caso a razão permissível $r_{m\acute{a}x}$. seja excedida.

Ao exceder a frequência limite máxima $r_{m\acute{a}x}$. para a ressonância "in-line" ou ressonância principal, as alterações construtivas abaixo podem ser uma solução:

a) Redução do comprimento de inserção

É o método mais efetivo (e o método recomendado pela ASME PTC 19.3 TW-2016) para melhoria da razão de frequência r .

b) Aumento do diâmetro da base do poço termométrico

Aumentando o diâmetro de base, a frequência natural f_n é aumentada, otimizando a razão da frequência r .

c) Aumento do diâmetro da ponta do poço termométrico

Aumentando o diâmetro da ponta, a frequência f_s é reduzida, otimizando a razão da frequência r .

d) Utilização de colar

O colar ou outros métodos de apoio estão fora do escopo da norma ASME PTC 19.3 TW-2016. O uso de colares geralmente não é recomendado, uma vez que, um apoio rígido somente ocorrerá se na instalação um ajuste com interferência entre o colar e o bocal for obtido (ver itens 6-7 da ASME PTC 19.3 TW-2016). Sob especificação por parte do cliente, os poços de proteção poderão ser construídos com colar. O poço termométrico será projetado de acordo com os critérios de cálculo da norma ASME PTC 19.3 TW-2016, porém isto não faz parte do escopo da ASME PTC 19.3 TW-2016. Entretanto, o usuário torna-se responsável pela instalação do poço termométrico com interferência no bocal, o que significa que normalmente este colar deve ser ajustado. Geralmente a garantia da utilização do colar não é oferecida pela WIKA!

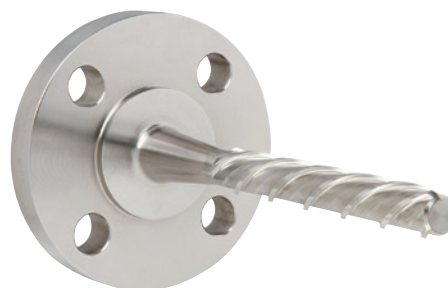
e) ScrutonWell®

A construção ScrutonWell® pode ser fornecida em poços termométricos usinados de barra com conexão flangeada, Vanstone ou para conexão ao processo soldada ou rosqueada. Esta construção reduz a amplitude de oscilação em mais de 90 % ¹⁾ e, ao mesmo tempo, permite uma instalação fácil e rápida do poço termométrico sem necessidade de retrabalhos caros em campo. O design WIKA ScrutonWell® foi testado e aprovado pelos laboratórios independentes TÜV SÜD NEL (Glasgow) e pelo Instituto de Mecânica e Dinâmica dos Fluidos (Technical University of Freiberg).

Para informações detalhadas, por favor, veja folha de dados SP 05.16.

Cálculo do ScrutonWell® baseado na ASME PTC 19.3 TW-2016

- Pressão máxima permissível nas dimensões da haste
- Tensão de flexão máxima permissível
- A parte dinâmica do cálculo de resistência não é necessária, devido ao amortecimento da oscilação em mais de 90 %



Poço termométrico modelo TW10 ScrutonWell®

ASME PTC 19.3 TW-2016 não é aplicável para poços termométricos fabricados de tubo. Por favor, entre em contato com seu representante WIKA para obter informações para métodos de cálculo para este tipo de construção.

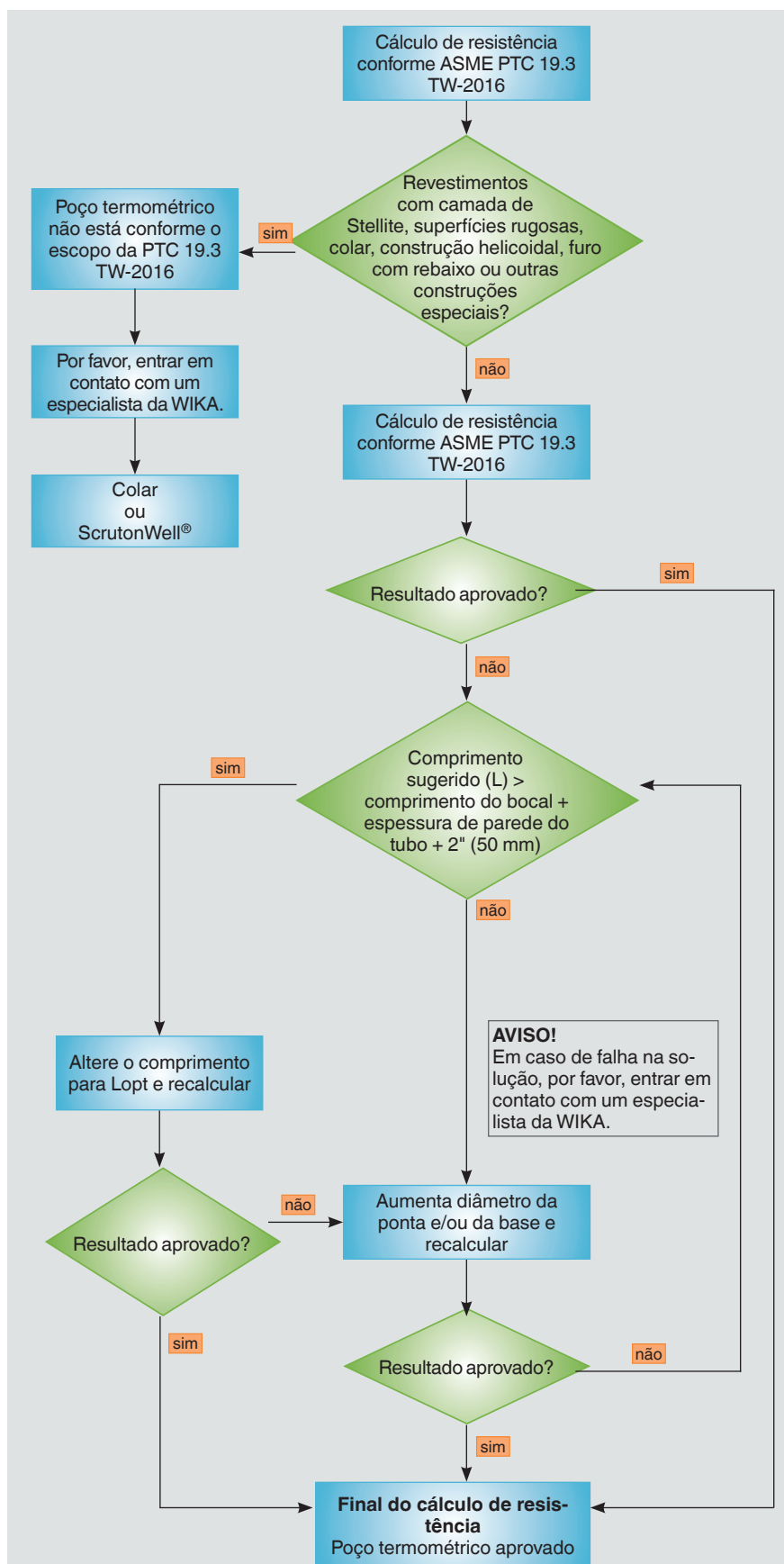
1) Journal of Offshore and Mechanics and Artic Engineering Nov 2011, Vol 133/041102-1, editora: ASME

Sequência de procedimentos para cálculo de resistência conforme norma ASME PTC 19.3 TW-2016

Este diagrama de fluxo mostra passo a passo, a sequência de procedimentos para execução de um cálculo de resistência conforme ASME PTC 19.3 TW-2016 de maneira simplificada. Este diagrama relaciona-se apenas a falhas pela razão entre as frequências. Consulte a instrução de operação WIKA para ver a lista completa com as demais causas de falha.

Devido as variações nas construções de poços termométricos em combinação com vários parâmetros de processo, nem todos os cálculos de resistência podem ser aplicados neste procedimento.

Se este procedimento não for suficiente para solução do dimensionamento do poço, por favor, entrar em contato com um especialista da WIKA para suporte, pois uma análise especial em sua aplicação deve ser necessária.



Detalhes de construção

Determinando a posição do primeiro colar

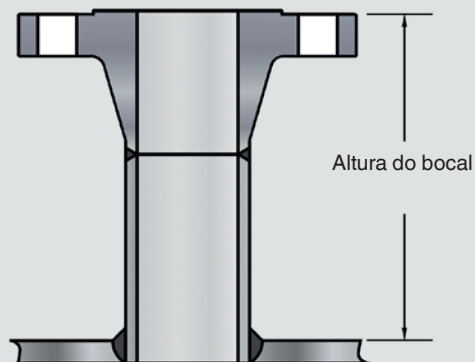
O colar no poço termométrico é calculado conforme a seguir:
Comprimento de bocal - 25,4 mm (1 polegada)

Exemplo:

Comprimento de bocal 355,6 mm (14 polegadas). O colar de apoio é localizado a 330,2 mm (13 polegadas) da face do flange.

A altura do bocal é definida do diâmetro externo da tubulação até a parte externa da conexão (face do flange ou soquete de solda, etc.).

Construção do bocal



Número e posição do colar

Se a distância do primeiro colar da face do flange é menor que 127 mm (5 polegadas), somente será necessário a utilização de um colar.

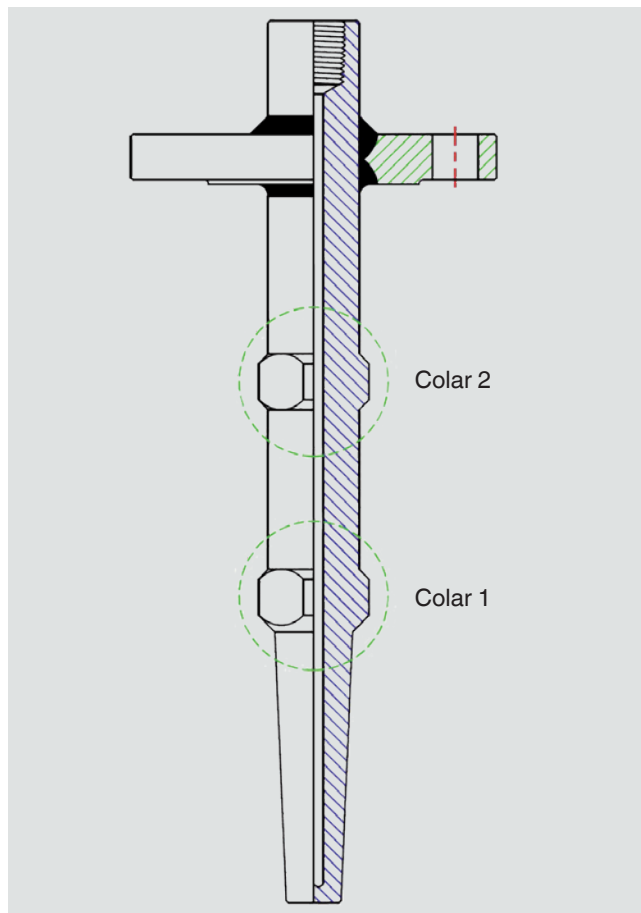
Se a distância do primeiro colar é maior que 127 mm (5 polegadas), a utilização de um segundo colar será necessária e este deverá ser posicionado na metade da distância entre o primeiro colar e a face do flange. Por favor, entre em contato com seu representante WIKA para bocais com comprimentos maiores que 762 mm (30 polegadas).

Exemplo nº 1 - Dois colares

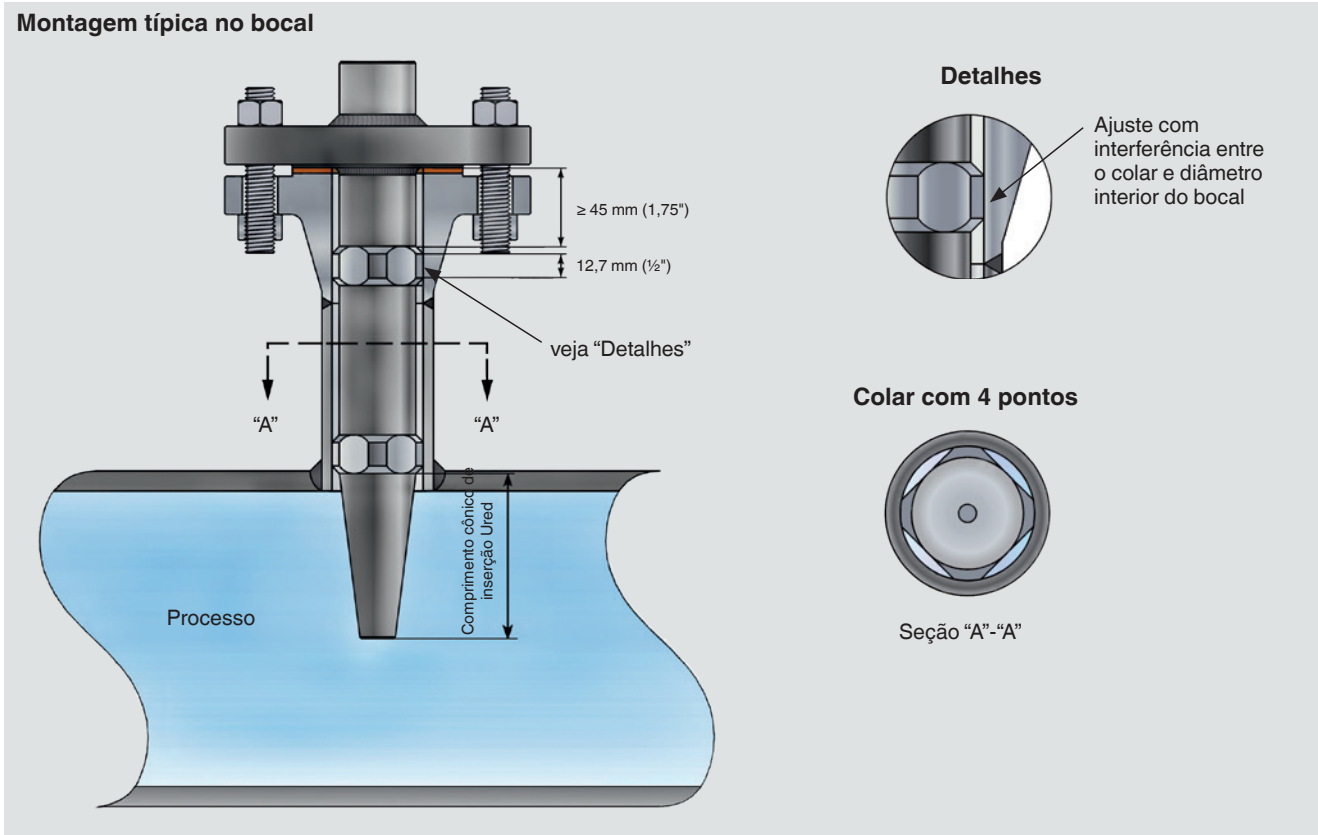
O comprimento do bocal é de 356 mm (14 polegadas). O primeiro colar é colocado a $356 \text{ mm (14 polegadas)} - 25,4 \text{ mm (1 polegada)} = 330 \text{ mm (13 polegadas)}$. Como esta distância é maior que 127 mm (5 polegadas), um segundo colar será necessário. A posição deste colar será calculada conforme a seguir, com $330 \text{ mm (13 polegadas)} / 2 = 165 \text{ mm (6,5 polegadas)}$. Assim a posição do segundo colar é de 165 mm (6,5 polegadas) da face do flange.

Exemplo nº 2 - Um colar

O comprimento do bocal é de 114 mm (4,5 polegadas). O colar será colocado na seguinte posição, comprimento de $114 \text{ mm (4,5 polegadas)} - 25,4 \text{ mm (1 polegada)} = 89 \text{ mm (3,5 polegadas)}$. Como este comprimento é menor que 127 mm (5 polegadas) somente um colar será necessário.



Montagem típica no bocal



Diâmetro externo do colar recomendável conforme as dimensões o bocal

DN	Unidade	Diâmetro exterior do colar						
		SCH.10	SCH.40	SCH.STD	SCH.80	SCH.XS	SCH.160	SCH.XXS
1"	polegadas	1,107	1,059	1,059	0,967	0,967	0,825	0,609
	mm	28,1	26,9	26,9	24,6	24,6	21,0	15,5
1 1/2"	polegadas	1,692	1,620	1,620	1,510	1,510	1,348	1,110
	mm	43,0	41,1	41,1	38,4	38,4	34,2	28,2
2"	polegadas	2,167	2,077	2,077	1,949	1,949	1,697	1,513
	mm	55,0	52,8	52,8	49,5	49,5	43,1	38,4

Diâmetro máximo da base recomendável conforme as dimensões o bocal

DN	Unidade	Diâmetro da base sugerido abaixo do colar						
		SCH.10	SCH.40	SCH.STD	SCH.80	SCH.XS	SCH.160	SCH.XXS
1"	polegadas	0,938	0,875	0,875	0,813	0,813	0,688	0,500
	mm	23,8	22,2	22,2	20,6	20,6	17,5	12,7
1 1/2"	polegadas	1,500	1,375	1,375	1,250	1,250	1,125	1,000
	mm	38,1	34,9	34,9	31,8	31,8	28,6	25,4
2"	polegadas	1,875	1,750	1,750	1,625	1,625	1,500	1,250
	mm	47,6	44,5	44,5	41,3	41,3	38,1	31,8

Especificações de construção conforme ASME PTC 19.3 TW-2016

Descrição	Forma cônica e reta		Forma com rebaixo	
	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima
Comprimento de inserção "L"	63,5 mm (2,5")	609,6 mm (24")	127 mm (5")	609,6 mm (24")
Diâmetro de furo d	3,175 mm (0,125")	20,9 mm (0,825")	6,1 mm (0,24")	6,7 mm (0,265")
Diâmetro da ponta B	9,2 mm (0,36")	46,5 mm (1,83")	-	-
Relação de conicidade entre B/A	0,58	1	-	-
Relação entre B/A para B = 12,7 mm	-	-	0,5	0,8
Relação entre B/A para B = 22,2 mm	-	-	0,583	0,875
Relação entre d/B	0,16	0,71	-	-
Relação entre L/B	2	-	2	-
Relação entre Ls/L	-	-	0	0,6
Espessura mínima de parede (B-D)/d	3 mm (0,12")	-	3 mm (0,12")	-

Marcação	conforme ASME PTC 19.3 TW-2016	nas folhas de dados da WIKA
Comprimento de inserção	L	U
Diâmetro de furo	d	B
Diâmetro da ponta	B	V
Diâmetro da base	A	Q

Se as dimensões do poço termométrico forem baseadas em especificações do cliente ou aplicações específicas, e estas estiverem em desacordo com os requisitos da norma ASME PTC 19.3 TW-2016, os resultados de cálculo serão apenas em caráter informativo.

Nestas condições, a WIKA não poderá oferecer nenhuma garantia.

Dados necessários para cálculo

Os exemplos na tabela abaixo mostram a disposição dos dados de processo e as especificações do poço termométrico em uma planilha para que a WIKA possa calculá-los.

Tabela de exemplo de dados necessários para o cálculo

Tag nº	T em °C	P em bar	v em m/s	rho em kg/m³	Viscosidade dinâmica em cP	Modelo	Dimensões em mm						Material (EN/ ASTM)	
							L	Ø d	Ø A	Ø B	Tt	NID		NL
TW-0301	220	1,5	23,6	2,4	0,013	TW10	250	8,5	25	19	6,4	38,3	220	316L
TW-0303	220	1,5	25,7	2,0	0,017	TW10	250	8,5	25	19	6,4	38,3	220	316L
TW-0305	235	10	19,6	6,1	0,015	TW10	250	8,5	25	19	6,4	38,3	220	316L
TW-0307	220	10	13	8,9	0,014	TW10	355	8,5	25	19	6,4	38,3	220	316L
TW-0309	235	30	8,9	28,3	0,013	TW10	355	8,5	25	19	6,4	38,3	220	316L
TW-0311	400	31,5	31,9	10,1	0,017	TW10	355	8,5	25	19	6,4	38,3	220	316L

Legenda

Tag nº	Identificação do instrumento	L	Comprimento de inserção	NID	Diâmetro interno do bocal
T	Temperatura	Ø d	Diâmetro do furo	NL	Comprimento do bocal
P	Pressão	Ø A	Diâmetro da base	Modelo	Modelo do poço termométrico
v	Velocidade	Ø B	Diâmetro da ponta	WIKA	WIKA
rho	Densidade do meio de processo	Tt	Espessura da ponta		

© 03/2004 WIKA Alexander Wiegand SE & Co. KG, todos os direitos são reservados.
Especificações e dimensões apresentadas neste folheto representam a condição de engenharia no período da publicação.
Modificações podem ocorrer e materiais especificados podem ser substituídos por outros sem aviso prévio.

