

## Índice

Página

Introdução.....	1
1   Âmbito de aplicação .....	1
2   Referências regulamentares .....	2
3   Termos .....	2
4   Corte térmico.....	3
4.1   Qualidade da superfície de corte .....	3
4.2   Localização dos pontos de medição .....	3
4.3   Rugosidade média .....	4
4.4   Tolerância de forma e posição.....	5
5   Formação de dobra.....	6
5.1   Dobrar produtos planos .....	6
5.2   Dobra a frio de tubos .....	6
6   Inspeção .....	7
Referências .....	7
Alterações.....	7
Edições anteriores .....	7

This copy will not be updated in case of changes !

## Introdução

Os requisitos de fabricação listados nesta parte da SN 200 têm o objetivo de atingir a qualidade adequada dos produtos SMS. Esses requisitos devem, portanto, ser sempre cumpridos, a menos que outros requisitos tenham sido acordados em desenhos, documentos de pedido e/ou outros documentos de produção. A natureza vinculativa desta norma é especificada em descrições (no cabeçalho), em contratos e/ou documentos de pedido. Se esses requisitos não puderem ser atendidos, o SMS group deverá ser consultado.

## 1 Âmbito de aplicação

Esta norma da empresa especifica os requisitos para peças produzidas por corte ou dobra térmica, que são usados para a fabricação de produtos do SMS group.

## 2 Referências regulamentares

Os documentos a seguir, citados no todo ou em parte neste documento, são necessários para o uso deste documento. Para referências com data, aplica-se apenas a edição citada. Para referências sem data, aplica-se a última edição do documento referenciado (incluindo quaisquer alterações).

DIN 2413	Tubos de aço sem emendas para sistemas hidráulicos de óleo e água; Base de cálculo para tubos e curvas de tubos com cargas pulsantes
DIN 6935:2011-10	Dobra a frio de produtos de aço plano
DIN EN ISO 1101	Especificação geométrica do produto (GPS); tolerância geométrica; tolerância de forma, direção, localização e corrida
DIN EN ISO 9013:2017-03	Corte térmico; classificação de cortes térmicos; Especificação e qualidade geométrica do produto
DIN EN ISO 13920:1996-11	Soldagem; tolerâncias gerais para construções soldadas; comprimentos e ângulos, forma e posição
SN 200-1	Especificações de fabricação - requisitos e princípios
SN 200-4	Especificações de fabricação - soldagem

## 3 Termos

Os seguintes termos se aplicam a este documento.

### **Tubo [SN 600-1:2020-04]**

Perfil oco rígido que é fabricado como produto semiacabado em comprimentos comerciais e geralmente usado como material primário:

- para a fabricação de tubulações para passagem de fluidos ou
- como proteção e/ou orientação de cabos elétricos ou
- como peça soldada para construção em aço e/ou construções de engenharia mecânica.

### **Tubulação [SN 600-1:2020-04]**

Componente rígido no qual as partes da tubulação são firmemente conectadas (soldadas, prensadas etc.) umas às outras. Eles geralmente são usados como parte da tubulação para a condução de fluidos (por exemplo, água de resfriamento, ar, óleo etc.) do suprimento de fluido (por exemplo, estação de bombeamento) ao usuário final (por exemplo, cilindro) ou como proteção e/ou orientação de cabos elétricos.

## 4 Corte térmico

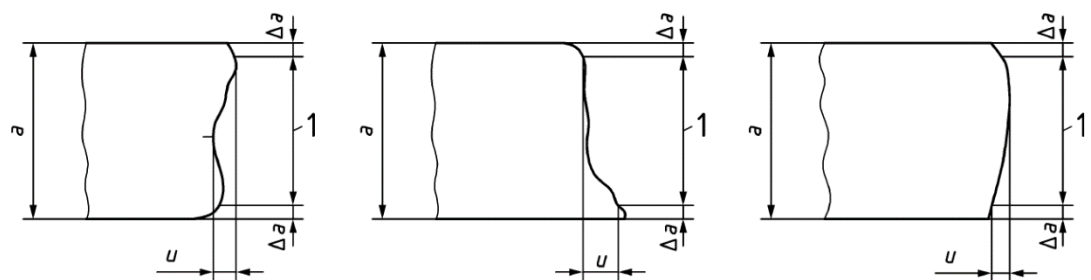
### 4.1 Qualidade da superfície de corte

A qualidade da superfície de corte é a distância entre duas linhas paralelas entre as quais o perfil da superfície de corte está dentro do ângulo teórico (por exemplo, 90° para um corte vertical). Tanto os desvios de retilidade quanto de planicidade estão incluídos na tolerância de esquadria ou inclinação. A Figura 1 (seção perpendicular e seção chanfrada) mostra os maiores desvios reais dentro da classe de tolerância.

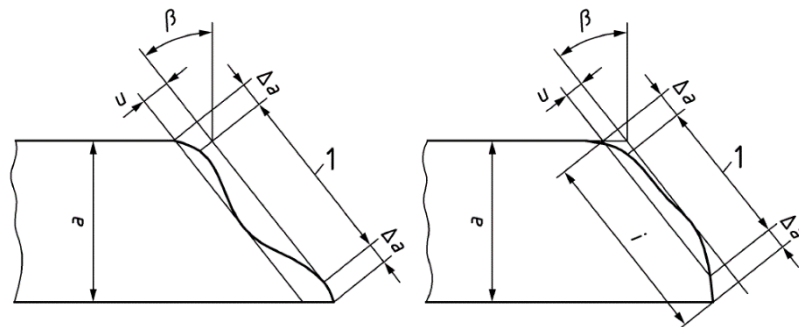
### 4.2 Localização dos pontos de medição

A tolerância de perpendicularidade ou inclinação  $u$  especificada em Tabela 2 deve ser observada e estar dentro de uma faixa limitada

Determinar a área da superfície de corte. Devido ao derretimento na borda superior do corte, a superfície de corte deve ser reduzida de acordo com a Figura 1 pela dimensão  $\Delta a$  a Tabela 1 da borda superior e inferior da superfície de corte.



a) Corte vertical



b) Corte chanfrado

#### Legenda

- 1 Distância usada para determinar a esquadria ou tolerância de inclinação
- a Espessura da peça
- $\Delta a$  Redução da espessura da seção
- i Espessura da seção
- $u$  Perpendicularidade ou tolerância de inclinação
- $\beta$  Ângulo de corte

Figura 1 – Perpendicularidade ou tolerância de inclinação

**Tabela 1 - Dimensões para  $\Delta a$**  (Dimensões em mm)

Espessura da seção a	$\Delta a^a$
$\leq 3$	0,1 a
$> 3 \leq 6$	0,3
$> 6 \leq 10$	0,6
$> 10 \leq 20$	1
$> 20 \leq 40$	1,5
$> 40 \leq 100$	2
$> 100 \leq 150$	3
$> 150 \leq 200$	5
$> 200 \leq 250$	8
$> 250 \leq 400$	10

Valores até 300 mm correspondem à Tabela 3 da DIN EN ISO 9013:2017-05.  
Valores > 300 mm são específicos do SMS group.

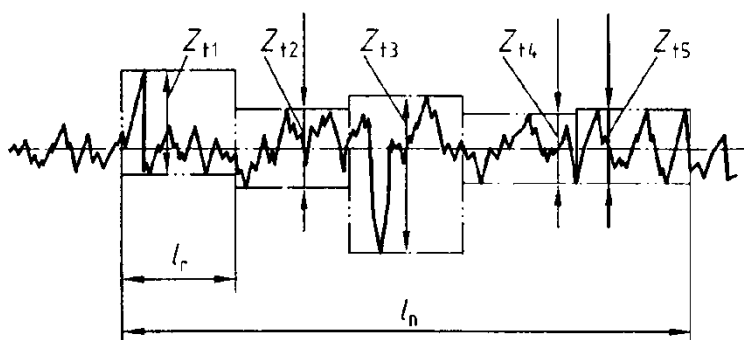
**Tabela 2 - Perpendicularidade ou tolerância de inclinação** (Dimensões em mm)

Espessura da seção a	a	>20 a	>40 a	>60 a	>80 a	>100 a	>120 a	>140 a	>160 a	>180 a	>200 a	>220 a	>240 a	>260 a	>280 a
u <sup>a)</sup>	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280	400
a)	1,3	1,6	1,9	2,2	2,5	2,8	3,1	3,4	3,7	4,0	4,3	4,6	4,9	5,2	5,5

b) Valores até 140 mm correspondem à área 4 da Tabela 4 da DIN EN ISO 9013:2017-05,  
Valores >140 mm são específicos do SMS group

### 4.3 Rugosidade média

A rugosidade média da superfície  $R_{Z5}$  de acordo com a norma DIN EN ISO 9013 é a média aritmética dos elementos de perfil individuais de cinco medições individuais adjacentes, consulte Figura 2. Devem ser observados os valores de acordo com Tabela 3.



#### Legenda

- $l_n$  Seção de medição
- $Z_{t1}$  a  $Z_{t5}$  elementos de perfil individuais
- $l_r$  Seção de medição única (1/5 de  $l_n$ )

**Figura 2 – Rugosidade média**

**Tabela 3 – Rugosidade média** (Dimensões em mm)

Espessura da seção a	a	>20 a	>40 a	>60 a	>80 a	>100 a	>120 a	>140 a	>160 a	>180 a	>200 a	>220 a	>240 a	>260 a	>280 a
$R_{Z5}^a$	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280	400
a)	0,146	0,182	0,218	0,254	0,290	0,326	0,362	0,398	0,434	0,470	0,506	0,542	0,578	0,614	0,650

a) Valores até 140 mm correspondem à área 4 da Tabela 5 da DIN EN ISO 9013:2017-05,  
Valores >140 mm são específicos do SMS group

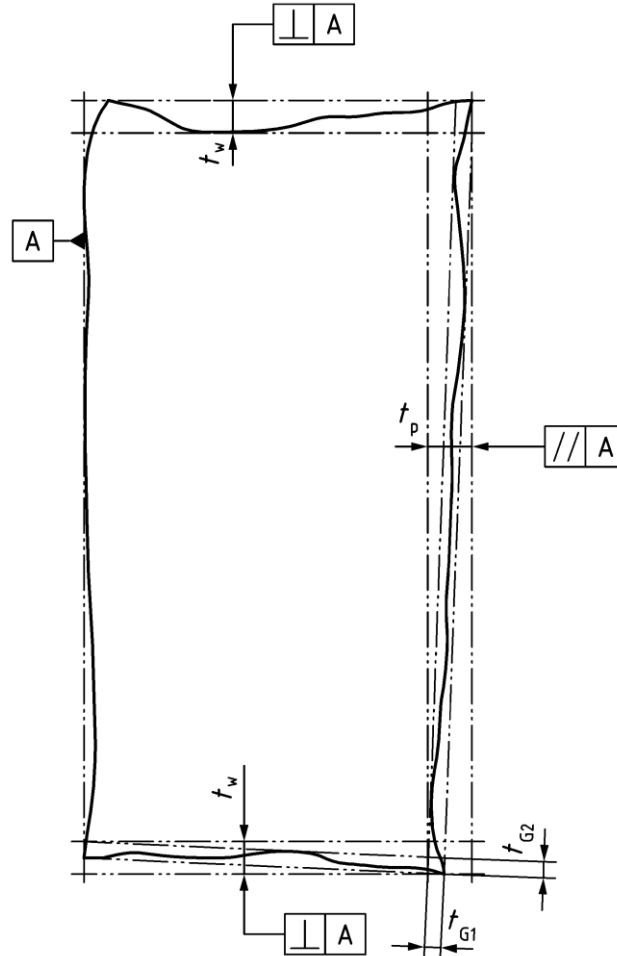
#### 4.4 Tolerância de forma e posição

Os desvios reais máximos permitidos dentro das zonas de tolerância são mostrados em Figura 3.

A dimensão do desenho é a dimensão nominal. As dimensões reais são determinadas nas superfícies de corte limpas.

Os desvios limite para dimensões nominais de acordo com Tabela 4 aplicam-se a dimensões sem informação de tolerância.

As dimensões limite correspondem à classe de tolerância 1 de acordo com a norma DIN EN ISO 9013:2017-05.



#### Legenda

- $t_w$  Tolerância à perpendicularidade (consulte DIN EN ISO 1101) para largura de corte com base em A
- $t_p$  Tolerância de simultaneidade (consulte DIN EN ISO 1101) para largura de corte com base em A no plano da chapa
- $t_{G1}$  Tolerância de retidão (consulte DIN EN ISO 1101) para comprimento de corte
- $t_{G2}$  Tolerância à retidão (consulte DIN EN ISO 1101) para largura de corte

Figura 3 – Tolerâncias de forma e posição (exemplo de uma chapa)

Tabela 4– Desvios limite para dimensões nominais da classe de tolerância 1 (Dimensões em mm)

Espessura da peça <sup>a)</sup>	Dimensões nominais							
	> 0 < 3	≥ 3 < 10	≥ 10 < 35	≥ 35 < 125	≥ 125 < 315	≥ 315 < 1000	≥ 1000 < 2000	≥ 2000 < 4000
	Tolerâncias							
> 0 ≤ 1	± 0,04	± 0,1	± 0,1	± 0,2	± 0,2	± 0,3	± 0,3	± 0,3
> 1 ≤ 3,15	± 0,1	± 0,2	± 0,2	± 0,3	± 0,3	± 0,4	± 0,4	± 0,4
> 3,15 ≤ 6,3	± 0,3	± 0,3	± 0,4	± 0,4	± 0,5	± 0,5	± 0,5	± 0,6
> 6,3 ≤ 10	-	± 0,5	± 0,6	± 0,6	± 0,7	± 0,7	± 0,7	± 0,8
> 10 ≤ 50	-	± 0,6	± 0,7	± 0,7	± 0,8	± 1	± 1,6	± 2,5
> 50 ≤ 100	-	-	± 1,3	± 1,3	± 1,4	± 1,7	± 2,2	± 3,1
> 100 ≤ 150	-	-	± 1,9	± 2	± 2,1	± 2,3	± 2,9	± 3,8
> 150 ≤ 200	-	-	± 2,6	± 2,7	± 2,7	± 3	± 3,6	± 4,5
> 200 ≤ 250	-	-	-	-	-	± 3,7	± 4,2	± 5,2
> 250 ≤ 400	-	-	-	-	-	± 4,4	± 4,9	± 5,9

Valores até 300 mm correspondem à Tabela 6 da DIN EN ISO 9013:2017-03. Valores > 300 mm são específicos do SMS group.

## 5 Formação de dobra

### 5.1 Dobrar produtos planos

Ao dobrar produtos planos, devem ser observados os raios de curvatura e comprimentos de perna permitidos, de acordo com Figura 4 e Tabela 5. Ao dobrar produtos planos a frio, os valores de Tabela 5 se aplicam apenas a classes de aço com resistência à tração mínima de  $R_m$  390 MPa. Outras especificações podem ser encontradas na DIN 6935:2011-10.

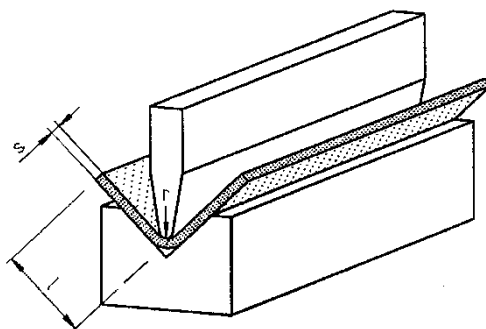


Figura 4 - Disposição da dobra

Tabela 5- Raio de curvatura e comprimento da perna para um ângulo de curvatura de 90° (Dimensões em mm)

Espessura da chapa	s	1	1,5	2	2,5	3	4	5	6	8	10	12	15	20	25	30	35	40
Raio de curvatura	mín. r	2,5				3	6	8	10	16	20	24	30	40	50	60	70	100
Comprimento da perna	mín. l	10				16	24	32	40	64	80	96	120	160	200	240	280	320

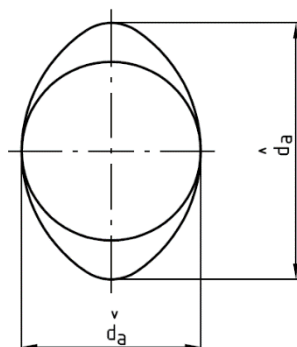
### 5.2 Dobra a frio de tubos

A dobra a frio de tubos é preferível à soldagem em cotovelos ou usando conexões separáveis (por exemplo, conexões de cotovelo). Se os desenhos mostrarem cotovelos de solda que podem ser substituídos por tubo dobrado a frio, levando em consideração o maior raio de curvatura, essa alteração pode ser realizada pela empresa fabricante. No caso de desenhos isométricos de tubos, deve-se garantir o cumprimento das especificações do desenho.

#### 5.2.1 Raios de curvatura

Os raios de curvatura para tubos dobrados a frio devem ser projetados de acordo com a norma DIN 2413.

Um desvio de  $\leq 6\%$  é aceitável para tubos dobrados a frio. Uma circularidade de  $\leq 2,5\%$  é permitida para tubos dobrados indutivamente (a quente). A circularidade de um tubo (Figura 5) é determinada usando a seguinte fórmula:



$$U = \frac{2(\hat{d}_a - \check{d}_a) \times 100}{(\hat{d}_a + \check{d}_a)}$$

Figura 5 - Falta de circularidade

### 5.2.2 Tolerâncias gerais

As tolerâncias gerais são especificadas na Tabela 6 de acordo com a DIN EN ISO 13920:1996-11. Essas tolerâncias gerais correspondem às tolerâncias de soldagem e devem ser usadas de forma análoga para peças dobradas.

A classe de tolerância B para Tabela 6 aplica-se a tubulações totalmente dimensionadas (por exemplo, detalhes de tubulação, isometria) e peças dobradas de produtos planos; a classe de tolerância C para Tabela 6 aplica-se a tubulações que não são totalmente dimensionadas e colocadas livremente. Dimensões externas, internas, de ressalto, diâmetros de curvatura e raios de curvatura devem ser entendidas como dimensões lineares.

**Tabela 6 - Tolerâncias de comprimento**

(Dimensões em mm)

Classe de tolerância	Faixa nominal										
	2 a 30	> 30 a 120	> 120 a 400	> 400 a 1000	> 1000 a 2000	> 2000 a 4000	> 4000 a 8000	> 8000 a 12000	> 12000 a 16000	> 16000 a 20000	> 20000
B	± 1	± 2	± 2	± 3	± 4	± 6	± 8	± 10	± 12	± 14	± 16
C	± 1	± 3	± 4	± 6	± 8	± 11	± 14	± 18	± 21	± 24	± 27

### 5.2.3 Tolerâncias gerais para dimensões angulares

As tolerâncias gerais para dimensões angulares são especificadas em [SN 200-4:2022-06](#).

## 6 Inspeção

O fabricante deve verificar a conformidade com as dimensões e os ângulos especificados nas peças cortadas a chama e dobradas. Além disso, o fabricante deve determinar a qualidade da superfície (rugosidade Rz5) nas superfícies cortadas a chama. Não é necessária documentação dos testes realizados.

### Referências

SN 600-1:2020-04                      Classe de tubos; fundamentos

### Alterações

As seguintes alterações foram feitas em relação à [SN 200-3:2016-05](#):

Alterações editoriais	Nova introdução adicionada Atualização de referências normativas; Imagens na seção 4.2 e 4.4 adaptadas ao <a href="#">DIN EN ISO 9013:2017-05</a> ;
Seção 3	Termos adaptados em conformidade com o SN 600-1
Seção 5.2	Adicionada uma nova nota de que "...é preferível o uso de cotovelos de tubos soldados ou conexões separáveis (por exemplo, conexões de cotovelo)..."
Seção 5.2.1	Adicionados raios de curvatura de acordo com a <a href="#">DIN 2413</a> . Excentricidade ajustada para tubo dobrado a frio para ≤ 6%

### Edições anteriores

SN 200:1971-09, 1975-11, 1978-01, 1981-01, 1985-01, 1992-03, 1996-03, 1999-09, 2003-09, 2007-02, 2010-09  
SN 200-3:2016-05