

IMPORTANT !
Please note the corresponding correction/revision !

Índice

Página

Introdução.....	1
1 Âmbito de aplicação	1
2 Referências regulamentares	2
3 Termos	2
4 Fundição	3
4.1 Fundamentos	3
4.2 Qualidades da superfície	3
4.3 Tolerâncias gerais.....	3
4.4 Sobrematerial de usinagem	5
4.5 Soldagem de produção	6
4.6 Exames	6
4.7 Documentação	8
5 Forjamento	9
5.1 Fundamentos	9
5.2 Exames	9
5.3 Documentação	11
6 Produtos semiacabados.....	12
6.1 Fundamentos	12
6.2 Condições técnicas de entrega	12
6.3 Inspeção	12
6.4 Documentação	13
Anhang A (normativa) Recodificação dos níveis de qualidade durante a fundição	14
Referências	16
Alterações	16

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 brutas fundidas ou forjadas e as condições técnicas de entrega para produtos semiacabados utilizados na 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 EN 1369:2013-01	fundição; inspeção de partículas magnéticas
DIN EN 1370:2012-03	fundição; Avaliação da condição da superfície
DIN EN 1371-1:2012-02	fundição; teste de penetração; Parte 1: Areia, matriz de gravidade e fundição sob pressão de baixa pressão
DIN EN 1559-1	engenharia de fundição, condições técnicas de entrega; Parte 1: Generalidades
DIN EN 1559-2	engenharia de fundição, condições técnicas de entrega; Parte 2: Requisitos adicionais para fundições de aço
DIN EN 1559-3	engenharia de fundição, condições técnicas de entrega; Parte 3: Requisitos adicionais para fundições de ferro
DIN EN 10021	Condições técnicas gerais de entrega para produtos siderúrgicos
DIN EN 10029:2011-02	Chapa de aço laminada a quente a partir de 3 mm de espessura, tolerâncias nas dimensões, tolerâncias de forma, desvios de peso permitidos
DIN EN 10160:1999-09	Teste de ultrassom de produtos planos de aço com espessura maior ou igual a 6 mm (método de reflexão)
DIN EN 10163-2:2005-03	Condições de entrega para o acabamento superficial de produtos siderúrgicos laminados a quente (chapa, aço plano largo e perfis); Parte 2: chapa e aço plano largo
DIN EN 10204:2005-01	Produtos metálicos; tipos de certificados de teste
DIN EN 10228-1:2016-10	Testes não destrutivos de peças forjadas de aço; Parte 1: inspeção de partículas magnéticas
DIN EN 10228-2:2016-10	Testes não destrutivos de peças forjadas de aço; Parte 2: teste de penetração
DIN EN 10228-3:2016-10	Testes não destrutivos de peças forjadas de aço; Parte 3: Testes de ultrassom de peças forjadas de aço ferrítico e martensítico
DIN EN 10228-4:2016-10	Testes não destrutivos de peças forjadas de aço; Parte 4: Testes de ultrassom de peças forjadas de aço inoxidável austenítico ou austenítico-ferrítico
DIN EN 10247:2017-09	Exame metalográfico do conteúdo de inclusões não metálicas em aço com série de imagens
DIN EN 10308: 2002-03	Teste não destrutivo; Testes de ultrassom de barras de aço
DIN EN 12680-1:2003-06	fundição; teste de ultrassom; Parte 1: Fundições de aço para uso geral
DIN EN 12680-3:2012-02	fundição; teste de ultrassom; Parte 3: Fundições de ferro fundido nodular
DIN EN 13018:2016-06	Testes não destrutivos - inspeção visual - princípios gerais
DIN EN ISO 945-1:2019-10	Microestrutura de ferro fundido - Parte 1: Classificação de grafite por avaliação visual
DIN EN ISO 8062-3:2008-09	Especificações Geométricas de Produto (GPS); Tolerâncias dimensionais, de forma e de posição para peças moldadas; Parte 3: Tolerâncias dimensionais, geométricas e posicionais gerais e tolerâncias de usinagem para peças fundidas (ISO 8062-3:2007)
DIN EN ISO 9712	Testes não destrutivos - Qualificação e certificação de pessoal de testes não destrutivos
DIN EN ISO 11970:2016-08	Requisitos e aprovação de procedimentos de soldagem para soldagem de produção de aço fundido
DIN EN ISO 18286:2010-11	Chapa de aço inoxidável laminada a quente - tolerâncias em dimensões e forma
DIN EN ISO/IEC 17025	Requisitos gerais para a competência dos laboratórios de testes e calibração
ISO 10474:2013-07	Aço e produtos siderúrgicos; certificados de teste

3 Termos

Os seguintes termos se aplicam a este documento.

3.1

Fundição

A fundição é um processo de fabricação. Na fundição, são criados produtos cuja forma e dimensões finais, além de possíveis usinagens posteriores, são produzidas diretamente pela solidificação de aço líquido, ferro e metais não ferrosos em moldes geralmente feitos de areia, argila refratária ou outros materiais refratários.

3.2

Produto semiacabado [DIN EN 10079:2007-06]

Um produto semiacabado é um produto criado por:

fundição contínua e, opcionalmente, laminação, forjamento ou corte subsequentes; fundição injetada;

Laminação, forjamento ou corte de lingotes de grande seção ou lingotamento contínuo; geralmente destinados à conformação em produtos planos ou longos por laminação a quente, por forjamento a quente ou para fabricação de forjados.

3.3

Peça bruta [DIN 199-1:2002-03]

Uma peça sem corte para produzir um objeto específico que ainda requer usinagem.

Nota: As peças brutas são, por exemplo, peças fundidas, forjadas e prensadas.

3.4

Forjamento

O forjamento é a formação a quente de blocos (tarugos brutos, produtos semiacabados forjados ou laminados, lingotamento contínuo) e é feito por forjamento longitudinal, aberto ou em matriz para uma forma de componente próxima às dimensões finais para processamento posterior. O processo de deformação atinge uma estrutura largamente uniforme e densa em toda a seção transversal.

4 Fundição

4.1 Fundamentos

As peças fundidas devem ser fabricadas de acordo com as especificações das condições técnicas de entrega das séries de normas DIN EN 1559-1, DIN EN 1559-2 e DIN EN 1559-3.

O uso de suportes de núcleo e peças de enchimento geralmente deve ser acordado com o SMS group antes do início da produção. No caso de ferro fundido com grafite esferoidal, os resíduos geralmente devem ser removidos por processamento mecânico, ou sua permanência na peça fundida deve ser acordada com o SMS group antes do início da produção.

4.2 Qualidades da superfície

De acordo com a norma DIN EN 1370:2012-03, aplicam-se os seguintes qualidades da superfície.

Para aço fundido e metais não ferrosos:

4S1 para superfícies jateadas

4S2 para superfícies de solo

Para ferro fundido:

3S1 para superfícies jateadas

3S2 para superfícies de solo

4.3 Tolerâncias gerais

A DIN EN ISO 8062-3:2008-09 é decisiva para a definição das tolerâncias gerais. As tolerâncias gerais da Tabela 3 se aplicam a superfícies não usinadas de peças fundidas. Para uma dimensão entre uma superfície não usinada e uma usinada, aplica-se metade da tolerância geral de fundição. Os valores das tolerâncias gerais de Tabela 3 podem ser obtidos de Tabela 1 e Tabela 2, de acordo com o grau determinado de tolerância dimensional DCTG. Os limites de tolerância são definidos em Figura 1.

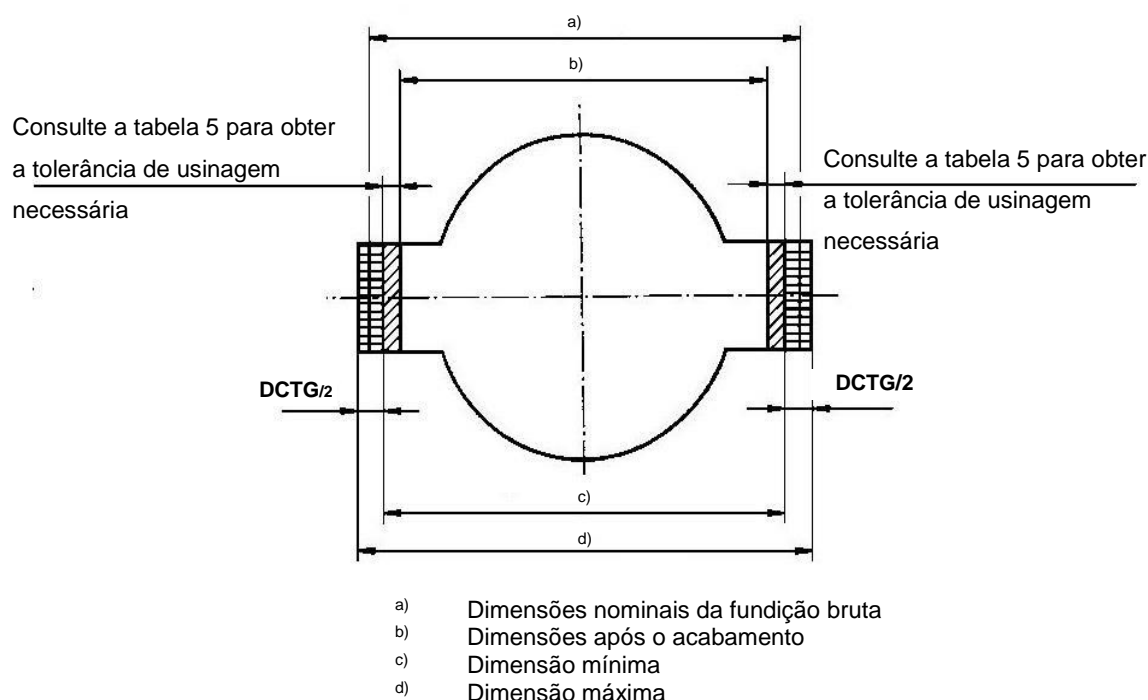


Figura 1 - Limites de tolerância

4.3.1 Graus de precisão

O grau de tolerância dimensional DCTG, de acordo com a DIN EN ISO 8062-3:2008-09 é determinado pela maior dimensão da peça de trabalho (fundição bruta). A partir da faixa de dimensão nominal, na qual se encontra a maior dimensão da peça, a classe DCTG para aço fundido é determinada de acordo com Tabela 1 e para ferro fundido de acordo com Tabela 2. Os valores de tolerância de todas as dimensões na peça de trabalho podem, portanto, ser obtidos de Tabela 3, a coluna do grau DCTG determinado. Se for necessário permitir tolerâncias de fundição menores, elas são inseridas no desenho na dimensão nominal relevante.

Tabela 1 – Grau de tolerância dimensional DCTG para aço fundido (GS) (Dimensões em mm)

Tamanho nominal de fundição bruta			Grau de tolerância dimensional DCTG para	
			Medidas de comprimento ^{a)}	Espessuras de parede
-	≤	25	12	13
>	≤	400	13	14
>	≤	1600	14	15
>	≤	10000	15	16

^{a)} Comprimentos, larguras, alturas, distâncias de centro a centro, diâmetros e curvas.

Tabela 2 – Grau de tolerância dimensional DCTG para ferro fundido (GJS / GJL) (Dimensões em mm)

Tamanho nominal de fundição bruta		Grau de tolerância dimensional DCTG	
		Medidas de comprimento ^{a)}	para Espessuras de parede
> 25	≤ 100	11	12
> 100	≤ 400	12	13
> 400	≤ 1000	13	14
> 1000	≤ 1600	14	15
> 1600	≤ 10000	15	16

^{a)} Comprimentos, larguras, alturas, distâncias de centro a centro, diâmetros e curvas.

Tabela 3 – Tolerâncias gerais para peças fundidas (Dimensões em mm)

Tamanho nominal de fundição bruta			Tolerância total de fundição ^{a)}					
			Grau de tolerância dimensional DCTG para dimensões lineares e espessuras de parede					
			11	12	13	14	15	16
-	≤	25	3,2	4,6	6	8	10	12
>	25	≤ 40	3,6	5	7	9	11	14
>	40	≤ 63	4	5,6	8	10	12	16
>	63	≤ 100	4,4	6	9	11	14	18
>	100	≤ 160	5	7	10	12	16	20
>	160	≤ 250	5,6	8	11	14	18	22
>	250	≤ 400	6,2	9	12	16	20	25
>	400	≤ 630	7	10	14	18	22	28
>	630	≤ 1000	8	11	16	20	25	32
>	1000	≤ 1600	9	13	18	23	29	37
>	1600	≤ 2500	10	15	21	26	33	42
>	2500	≤ 4000	12	17	24	30	38	49
>	4000	≤ 6300	14	20	28	35	44	56
>	6300	≤ 10000	16	23	32	40	50	64

^{a)} O campo de tolerância deve ser disposto simetricamente à dimensão nominal.

4.3.2 Deslocamento

A menos que especificado de outra forma, o deslocamento das superfícies de fundição deve estar dentro das tolerâncias especificadas em Tabela 3.

4.3.3 Curvas externas e internas

Para curvas externas e internas, o campo de tolerância é dividido de acordo com Tabela 3, de forma que a dimensão inferior seja sempre zero.

Exemplo:

O tamanho nominal da curva 20 mm, grau de tolerância de fundição DCTG 13, Tabela 3 resulta em uma tolerância de 6 mm, aplica-se então às curvas uma dimensão inferior de 0 mm e uma dimensão superior de 6 mm. Para reduzir o risco de rachaduras, os valores mínimos de acordo com Tabela 4 devem ser observados para curvas internas, dependendo da espessura da parede.

Tabela 4 - Curvas internas (Dimensões em mm)

Espessura da parede	Curva interna mín.
até 10	6
> 10 a 30	10
> 30	0,33 x Espessura da parede

4.4 Sobrematerial de usinagem

Os sobremateriais de usinagem para peças fundidas brutas são tolerâncias para eliminar influências relacionadas à fundição na superfície por meio de usinagem subsequente e para alcançar a condição de superfície desejada e a precisão dimensional necessária.

A quantidade real de material a ser usinado também depende das dimensões reais da peça fundida. Estas podem variar dentro das tolerâncias gerais especificadas e permitidas ou da tolerância especificada para uma dimensão. O sobrematerial deve ser entendido no sentido de um subsídio de corte, i. H. no caso de corpos de revolução ou usinagem em ambos os lados, isso deve ser levado em consideração duas vezes.

As especificações em Tabela 5 são baseadas na experiência do SMS group e divergem dos sobremateriais de usinagem na DIN EN ISO 8062-3:2008-09. O sobrematerial de usinagem depende da maior dimensão externa da peça bruta fundida, e não do grau de tolerância de fundição DCTG.

Independentemente de Tabela 5, a fundição é responsável por sobrematerial de usinagem suficiente para atingir a condição do desenho e de superfícies livres de escória.

Tabela 5- Sobremateriais de usinagem para peças fundidas (especificação do SMS group) (Dimensões em mm)

Faixa nominal (Maior comprimento, largura, altura ou maior Ø da fundição)	Aço fundido GS		Ferro fundido EN-GJL		Ferro fundido EN-GJS		
	Por superfície	adicional para superfícies suspensas ou superfícies de forma vertical (cone).	Por superfície	adicional para superfícies suspensas ou superfícies de forma vertical (cone).	Por superfície	adicional de superfícies verticais (cone)	adicional de superfícies aéreas (camada de escória)
a 30	4	2	4	2	4	2	5 a 45
> 30 a 50	5						
> 50 a 80	6						
> 80 a 120							
> 120 a 180	7						
> 180 a 250							
> 250 a 315	8						
> 315 a 400							
> 400 a 500	10	3	6	2	20 a 110		
> 500 a 630	8						
> 630 a 800	10						
> 800 a 1000	12						
> 1000 a 1250	14	4	12	3	50 a 240		
> 1250 a 1600	16						
> 1600 a 2000	18						
> 2000 a 2500	20	5	15	4	110 a 500		
> 2500 a 3150	25						
> 3150 a 4000	30						
> 4000 a 6300		7	20	5	20	5	
> 6300 a 10000							
Furo tampado	a Ø 100 mm		a Ø 80 mm				

4.5 Soldagem de produção

A soldagem de produção é possível se os requisitos específicos do material forem observados. Para isso, devem estar disponíveis processos de soldagem testados e comprovados, instruções técnicas de soldagem e soldadores devidamente qualificados. Antes de iniciar uma soldagem de produção, o procedimento de soldagem pretendido na forma de WPS (especificação do procedimento de soldagem), de acordo com a DIN EN ISO 11970:2016-08, deve ser enviado ao SMS group para aprovação.

Os recessos necessários devem ser documentados por meio de um esboço. A posição exata dos recessos na peça fundida e as respectivas dimensões (comprimento, largura e profundidade) devem ser especificadas.

Os recessos geralmente devem ser verificados por meio de teste de partículas magnéticas, de acordo com a DIN EN 1369:2013-01, ou teste de penetração, de acordo com a DIN EN 1371-1:2012-02, para o nível de qualidade 1, e as soldas de produção correspondentes, usando teste de ultrassom para qualidade nível 1, de acordo com a DIN EN 12680-1:2003-06.

4.6 Exames

4.6.1 Fundamentos

As seções 4.6.3 a 4.6.5 a seguir devem ser observadas caso haja especificações para testar peças fundidas nos documentos de produção.

Se nenhuma informação é fornecida nos documentos de produção, aplicam-se as especificações de teste para produtos semiacabados de acordo com a Seção 6.

4.6.2 Qualificação do examinador

Com base em seu treinamento e experiência, os examinadores devem ser capazes de realizar adequadamente os testes a seguir de acordo com os regulamentos especificados. A qualificação do examinador para testes não destrutivos (TND) em componentes fundidos deve ser realizada de acordo com a norma DIN EN ISO 9712, sendo a avaliação realizada por um examinador (nível mínimo 2). São aceitas qualificações específicas de cada país que possam ser comparáveis.

4.6.3 Testes de aço fundido (GS)

4.6.3.1 Textura interna

Com base na DIN EN 12680-1:2003-06, os requisitos específicos são definidos pelo grupo SMS de Tabela 6 a Tabela 8. A DIN EN 12680-1:2003-06 se aplica a requisitos não mencionados. Se necessário, as especificações relativas aos níveis de qualidade são especificadas no desenho ou nas normas SN específicas do produto. Para peças do SMS group, pelo menos o nível de qualidade 3 deve ser observado para a zona periférica e pelo menos o nível de qualidade 4 para a zona central, de acordo com a DIN EN 12680-1:2003-06.

Tabela 6 – Requisitos para testabilidade por ultrassom (Dimensões em mm)

Espessura da parede	Menor diâmetro verificável do furo inferior plano de acordo com 5.2 DIN EN 12680-1:2003-06
≤ 300	3
> 300 a ≤ 400	4
> 400 a ≤ 600	6
> 600	8

Tabela 7 – Limites de registro para refletores relacionados à sonda de 2 MHz

Espessura da parede (em mm)	Área auditada (em mm)	Exibe sem expansão mensurável	Exibe com extensão mensurável	Captação de eco da parede traseira
		Diâmetro equivalente Furo de fundo plano mín. (em mm)		(dB)
≤ 300	Área central e de borda	4	3	>12
> 300 a ≤ 400		6	4	
> 400 a ≤ 600		6	6	
> 600		8	8	
-	Área de borda especial	3	3	

Tabela 8 – Limites de permissibilidade para refletores espaciais (específicos do SMS group)

Característica	Unidade	Área ^{a)}	Avaliação									
			1	2			3			4		
Espessura da parede de fundição na área testada	mm		-	≤ 50	> 50 ≤ 100	> 100 ≤ 600 ^{b)}	≤ 50	> 50 ≤ 100	> 100 ≤ 600 ^{b)}	≤ 50	> 50 ≤ 100	> 100 ≤ 600 ^{b)}
Refletores sem expansão mensurável ^{c)}												
Maior diâmetro do furo de fundo plano equivalente	mm	Borda	3	8								
		Núcleo										
Número de refletores sujeitos a registro em uma área de 100 mm x 100 mm	Peças	Borda	3	3	5	6			Não classificado como característica			
		Núcleo		Não classificado como característica								
Limite de permissibilidade para captação de eco de parede traseira	máx dB	-	6	12								
Refletores com expansão mensurável												
Maior diâmetro do furo de fundo plano equivalente	mm	Borda	3	8								
		Núcleo										
Maior extensão do refletor na direção da espessura da parede	%	Borda	Não permitido	15% da espessura da área								
		Núcleo		15% da espessura da parede								
Maior comprimento sem largura mensurável	mm	Borda		75	75	75	75	75	75	75	75	75
		Núcleo		75	75	100	75	75	120	100	100	150
Maior superfície única ^{d)}	mm²	Borda		600	1000	1000	600	2000	2000	2000	2000	2000
		Núcleo		10000	10000	15000	15000	15000	20000	15000	15000	20000
Maior superfície total por superfície de referência ^{d)}	mm²	Borda		10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	15000	15000
		Núcleo		10000	15000	15000	15000	15000	20000	15000	20000	20000
Superfície de referência	mm²	-			150 000 (≈ 390 mm x 390 mm)			100 000 (≈ 320 mm x 320 mm)				
Limite aceitável para atenuação de eco da parede traseira	máx dB	-	6	12								

^{a)} Zoneamento: Borda = t/3 mas máx. 100 mm, núcleo = área restante do núcleo, t = espessura da parede na área de teste

^{b)} Se nada mais for necessário, será aplicado o limite de registro e aceitação de ERG 8 mm, com pelo menos 6 dB acima do ruído do sinal, a espessuras de parede superiores a 600 mm.

^{c)} Qualquer refletor que exceda qualquer um dos critérios deve ser considerado inadmissível. Notificações fora dos limites de admissibilidade devem ser comunicadas por escrito ao Controle de qualidade do SMS group.

^{d)} Visores com menos de 25 mm de distância devem ser considerados como um visor.

4.6.3.2 Textura externa

A condição externa é verificada nos pontos marcados no desenho com um teste de partículas magnéticas, de acordo com a DIN EN 1369:2013-01, ou com um teste de penetração, de acordo a DIN EN 1371-1:2012-02. As especificações são fornecidas no desenho ou nas normas SN específicas do produto. Devem ser observados seguintes níveis mínimos de qualidade, de acordo com a DIN EN 1369:2013-01 e com a DIN EN 1371-1:2012-02, para peças fundidas não usinadas e peças fundidas usinadas com acabamento do SMS group:

- Visores não lineares SM 3 e SP 3
- Visores lineares LM/AM 5 e LP/AP 5

A conversão dos níveis de qualidade de DIN EN 1369:1997-02 para DIN EN 1369:2013-01 ou de DIN EN 1371-1:1997-10 para DIN EN 1371-1:2012-02 está no Anexo A (normativo).

4.6.4 Testes de ferro fundido nodular (EN-GJS)

4.6.4.1 Textura interna

O teste de ultrassom para determinar a condição interna deve ser realizado de acordo com a norma DIN EN 12680-3:2012-02. Os requisitos para as propriedades internas das peças fundidas de ferro fundido de grafite esferoidal são especificados no desenho ou regulamentados em normas SN específicas do produto. Para peças do SMS group, pelo menos o nível de qualidade 3 deve ser exigido para a zona periférica e pelo menos o nível de qualidade 4 para a zona central, de acordo com a DIN EN 12680-3:2012-02.

Deve ser observada uma velocidade do som de 5600 m/s ao verificar a correta formação de grafite nodular.

4.6.4.2 Textura externa

A condição externa é verificada nos pontos marcados no desenho com um teste de partículas magnéticas, de acordo com a DIN EN 1369:2013-01, ou com um teste de penetração, de acordo com a DIN EN 1371-1:2012-02. As especificações são fornecidas no desenho ou nas normas SN específicas do produto.

Devem ser observados seguintes níveis mínimos de qualidade, de acordo com a DIN EN 1369:2013-01 e com a DIN EN 1371-1:2012-02, para peças fundidas não usinadas e peças fundidas usinadas com acabamento do SMS group:

- Visores não lineares SM 3 e SP 3
- Visores lineares LM/AM 5 e LP/AP 5

A conversão dos níveis de qualidade de DIN EN 1369:1997-02 para DIN EN 1369:2013-01 ou de DIN EN 1371-1:1997-10 para DIN EN 1371-1:2012-02 está em Anhang A.

4.6.5 Testes de ferro fundido com grafite em flocos (EN-GJL)

4.6.5.1 Textura interna

A textura interna deve ser realizada com base em testes estruturais de acordo com a norma DIN EN ISO 945-1:2019-10.

4.6.5.2 Textura externa

A inspeção visual é realizada de acordo com a DIN EN 13018:2016-06 ou a DIN EN 1370:2012-03.

4.7 Documentação

Os resultados dos testes a serem realizados abaixo devem ser certificados pela fundição ou pela unidade de produção do SMS group em um certificado de teste de aceitação 3.1 de acordo com a norma DIN EN 10204:2005-01 ou ISO 10474:2013-03:

- Análise química de cada lote fundido contido na remessa.
- Resultado do teste de dureza e propriedades mecânicas determinadas por lote fundido e unidade de tratamento térmico.
- Se necessário, o resultado do teste de tração a quente na temperatura máxima de serviço do material para aços resistentes ao calor por lote de fusão e unidade de tratamento térmico.
- Resultados dos testes não destrutivos de acordo com as especificações do desenho.
- Se necessário, resultados de outros testes, de acordo com as especificações do desenho.

5 Forjamento

5.1 Fundamentos

Se não houver requisitos especiais, as condições técnicas de entrega e as especificações de qualidade podem ser encontradas nas normas de materiais DIN, DIN EN, ISO ou SEW correspondentes. O grau de estiramento ≥ 3 deve ser ajustado (com base no maior diâmetro ou espessura da parede) para que o núcleo seja forjado, as operações de compressão λS (mesmo antes do início do alongamento) não devem ser consideradas no cálculo/definição.

No caso de requisitos especiais, os regulamentos de qualidade para forjados são especificados no desenho usando folha CAD. Os tratamentos térmicos devem ser realizados ou providenciados pela oficina de forjamento e/ou pela oficina de fabricação.

Aviso:

As seções a seguir deverão ser observadas se as especificações para o teste de peças forjadas forem fornecidas nos documentos de produção. Se nenhuma informação é fornecida nos documentos de produção, aplicam-se as especificações de teste para produtos semiacabados de acordo com a Seção 6.3.

5.2 Exames

5.2.1 Qualificação do examinador

Com base em seu treinamento e experiência, os examinadores devem ser capazes de realizar adequadamente os testes a seguir de acordo com os regulamentos especificados. A qualificação do examinador para testes não destrutivos (TND) em componentes forjados deve ser realizada de acordo com a norma DIN EN ISO 9712, sendo a avaliação realizada por um examinador (nível mínimo 2).

São aceitas qualificações específicas de cada país que possam ser comparáveis.

5.2.2 Textura da superfície

Se peças forjadas forem fornecidas na condição de forjadas, elas deverão ser consideradas aceitáveis se a classe de qualidade especificada puder ser alcançada.

A qualidade da superfície deverá corresponder à classe de qualidade exigida de acordo com Tabela 9 se as peças forjadas forem entregues na condição usinada.

Tabela 9 - Qualidades da superfície

Qualidade da superfície	Classe de qualidade e rugosidade Ra			
	1	2	3	4
	$\leq 25 \mu\text{m}$	$\leq 12,5 \mu\text{m}$	$\leq 12,5 \mu\text{m}$	$\leq 6,3 \mu\text{m}$
Processo usinado ^{a)}	x	x	x	x

^{a)} A classe de qualidade que pode ser alcançada com a rugosidade definida é marcada com "x".

5.2.3 Textura interna

Se necessário, a condição interna deve ser verificada por meio de testes com ultrassom de acordo com a DIN EN 10228-3:2016-10 ou DIN EN 10228-4:2016-10 e com a DIN EN 10247:2017-09.

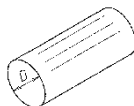
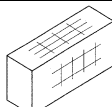
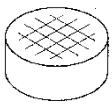
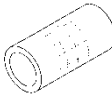
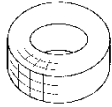
5.2.3.1 Realização do teste de ultrassom

O teste deve ser realizado usando o método pulso-eco na tecnologia de contato, o tamanho das telas é determinado de acordo com o método **AVG** (tamanho de comparação de amplitude). O escopo mínimo necessário de teste é determinado pelo tipo de forjamento e varia de acordo com se o teste de grade ou o teste de 100% é especificado no pedido ou na especificação do desenho.

Tabela 10 especifica os requisitos para o escopo de teste para varredura de viga reta para forjamento tipos 1, 2 e 3.

Tabela 11 especifica os requisitos para o escopo do teste com varredura de feixe angular para forjamento tipos 3a e 3b com uma razão diâmetro externo para diâmetro interno inferior a 1,6. A profundidade detectada no teste de circunferência é limitada pelo ângulo de incidência e pelo diâmetro do forjamento.

Tabela 10 – Escopo do teste para transmissão de feixe vertical

Tipo	Teste de grade ^{a)}			Teste de 100% ^{a) b)}
	Forma	Diâmetro D em mm	Pista de teste ^{b) c)}	
1	1a 	$D \leq 200$ $200 < D \leq 500$ $500 < D \leq 1000$ $D > 1000$	2 a 90° 3 a 60° 4 a 45° 6 a 30°	100% de varredura em pelo menos 180° da superfície cilíndrica
	1b 	Varredura em uma grade cruzada em duas superfícies de teste mutuamente perpendiculares ^{c) d)}		100% de varredura em duas superfícies de teste mutuamente perpendiculares
2		Varredura em grade cruzada em 360° na superfície lateral e na superfície frontal		100% de varredura em pelo menos 180° na superfície lateral e 100% de varredura de uma face final
3	3a 	Varredura em uma grade cruzada em 360° na superfície externa ^{d)}		100% de varredura em 360° na superfície externa
	3b e 3c ^{e)} 	Digitalização em uma grade cruzada em 360° na superfície lateral externa e em uma face de extremidade ^{d)}		100% de varredura em 360° na superfície lateral externa e uma face final
4	O escopo do teste deve ser especificado na consulta e no pedido.			

^{a)} A direção do feixe adicional (por exemplo, em ambas as direções axiais para o tipo 3a) deve ser especificada na consulta e no pedido, se especificado dessa forma.


^{b)} 100% significa que as pistas de teste consecutivas se sobrepõem em pelo menos 10%.

^{c)} Para os tipos 1a e 1b, se a presença de um orifício não permitir o acesso à superfície oposta, o número de pistas de teste deverá ser duplicado, incluindo as superfícies de teste opostas.

^{d)} O espaçamento da grade é igual à espessura da peça - com valor máximo de 200 mm.

^{e)} 3b = expandido, 3c = enrolado em anel

Tabela 11 – Escopo do teste para varredura de feixe angular

Tipo	Teste de grade ^{a)}		Teste de 100% ^{a) b)}
3	3a	 Varredura em ambas as direções em pistas de grade circunferenciais de 360°, cujo espaçamento corresponde às espessuras radiais até um máximo de 200 mm	100% de varredura da superfície lateral externa em ambas as direções circunferenciais
	3b		
4	O escopo do teste deve ser especificado na consulta ou pedido.		

a)

Varreduras adicionais podem ser realizadas se especificadas na consulta e no pedido.

b)

100% significa que as pistas de teste consecutivas se sobrepõem em pelo menos 10%.

5.2.3.2 Limites de registro e limites de aceitação

As informações listadas em Tabela 12 e Tabela 13 especificam os limites de registro e limites de aceitação a serem observados para as classes de qualidade prescritas.

A sensibilidade do sistema de teste (dispositivo de teste, sonda, cabo de teste) deve ser suficiente para garantir a detecção das menores heterogeneidades, de acordo com os limites de registro e aceitação exigidos.

Tabela 12 – Classes de qualidade, limites de registro e limites de aceitação para sondas verticais

Classe de qualidade	1	2	3	4
Limites de registro				
Furos de fundo plano FBB d_{eg} em mm de diâmetro	> 8	> 5	> 3	> 2
Razão R para atenuação abrupta do eco da parede traseira ^{a)} ^{b)}	≤ 0,1	≤ 0,3	≤ 0,5	≤ 0,6
Limites de aceitação				
FBB para heterogeneidades puntiformes individuais d_{eg} em mm de diâmetro	≤ 12	≤ 8	≤ 5	≤ 3
FBB para heterogeneidades com expansão ou acúmulo de heterogeneidades d_{eg} em mm de diâmetro	≤ 8	≤ 5	≤ 3	≤ 2
$R = \frac{F_n}{F_{o,n}}$ <p>^{a)} $R = \frac{F_{o,n}}{F_n}$ com $n = 1$ para $t \geq 60$ mm e $n = 2$ para $t < 60$ mm F_n Amplitude (altura na tela) do enésimo eco da parede traseira enfraquecido $F_{o,n}$ Amplitude (altura na tela) do enésimo eco de parede traseira na seção mais próxima na área de F_n que está livre de heterogeneidades.</p> <p>^{b)} Se o enfraquecimento do eco da parede traseira for tão grande a ponto de cair abaixo do limite de detecção, serão necessárias mais investigações. O valor da razão R só se aplica a um forte enfraquecimento do eco da parede traseira devido à presença de uma heterogeneidade.</p>				

Tabela 13 – Classes de qualidade, limites de registro e limites de aceitação para sondas de feixe angular

Classe de qualidade	1 ^{a)}	2	3	4
Limite de registro				
Furos de fundo plano FBB d_{eg} em mm de diâmetro	-	> 5	> 3	> 2
Limites de aceitação				
FBB para heterogeneidades individuais d_{eg} em mm de diâmetro	-	≤ 8	≤ 5	≤ 3
FBB para heterogeneidades com expansão ou acúmulo de heterogeneidades d_{eg} em mm de diâmetro	-	≤ 5	≤ 3	≤ 2
^{a)} A classe de qualidade 1 não pode ser testada com sondas de feixe angular.				

5.2.4 Textura externa

A condição externa é verificada nos pontos marcados no desenho com um teste de partículas magnéticas, de acordo com a DIN EN 10228-1:2016-10, ou com um teste de penetração, de acordo a DIN EN 10228-2:2016-10. Salvo indicação em contrário no desenho, o requisito mínimo para aplicação é a classe de qualidade 3, de acordo com a norma DIN EN 10228-1:2016-10 ou DIN EN 10228-2:2016-10.

5.3 Documentação

Os resultados dos testes a serem realizados abaixo devem ser certificados pela oficina de forjamento ou de fundição para o SMS group em um certificado de teste de aceitação 3.1 de acordo com a norma DIN EN 10204:2005-01 ou ISO 10474:2013-03:

- Análise química de cada lote fundido contido na remessa.
- Resultado do teste de dureza e propriedades mecânicas determinadas por lote fundido e unidade de tratamento térmico.
- Se necessário, o resultado do teste de tração a quente na temperatura máxima de serviço do material para aços resistentes ao calor por lote de fusão e unidade de tratamento térmico.
- Resultados dos testes não destrutivos de acordo com as especificações do desenho.
- Se necessário, resultados de outros testes, de acordo com as especificações do desenho.

6 Produtos semiacabados

6.1 Fundamentos

Para peças individuais feitas de aço sem requisitos especiais de resistência, a designação "St" é usada. O material inicial e o produto semiacabado para a produção da peça individual são deixados para a empresa fabricante.

6.2 Condições técnicas de entrega

6.2.1 Fundamentos

As condições técnicas de entrega são especificadas na DIN EN 10021 ou nas normas de produtos semiacabados correspondentes.

A adequação para soldagem deve ser levada em consideração. As normas DIN, DIN EN correspondentes para produtos semiacabados são decisivas para as tolerâncias gerais dos produtos de aço.

6.2.2 Chapas

A DIN EN 10029:2011-02, Tabela 1, Classe A e Tabela 4, Classe N aplica-se a desvios de espessura e planicidade das chapas de aço utilizadas; DIN EN ISO 18286:2010-11, Tabela 1 aplica-se a chapas de aço inoxidável e Tabela 6, Classe N.

Os desvios permitidos das informações fornecidas na DIN EN 10029:2011-02 e na DIN EN ISO 18286:2010-11 para a faixa de espessura nominal de 250 a 400 mm também se aplicam a chapas de aço e chapas de aço inoxidável com mais de 400 mm. Devem ser utilizadas chapas com classe de qualidade de superfície A em conformidade com a DIN EN 10163-2:2005-03.

6.2.3 Tubos

Os tubos de aço são entregues no local de uso sem tratamento de superfície adicional, de acordo com as especificações das condições técnicas de entrega.

Tubos feitos de aço inoxidável e resistente a ácidos são decapados para um acabamento metálico brilhante ou descalcificados e entregues no local de uso sem tratamento adicional.

6.3 Inspeção

6.3.1 Fundamentos

As peças individuais não precisam ser verificadas individualmente novamente se os testes listados tiverem sido realizados no produto semiacabado. No entanto, deve-se garantir que as peças individuais sejam feitas do produto semiacabado testado. O laboratório de testes do fabricante deve ser qualificado de acordo com a norma DIN EN ISO/IEC 17025 ou com normas nacionais comparáveis para a análise química e os resultados dos testes destrutivos.

6.3.2 Produtos semiacabados de aço

6.3.2.1 Chapa

Os seguintes testes devem ser realizados para chapas de aço não ligado com espessura de ≥ 100 mm e limite de escoamento de pelo menos 250 MPa, com base na menor espessura padronizada do material:

- Teste de ultrassom de superfície de acordo com DIN EN 10160:1999-09 (classe de qualidade S2/E2)
- Teste de resistência à tração ou dureza

Os seguintes testes devem ser realizados para chapas de aço ligado com espessura de ≥ 80 mm e limite de escoamento de pelo menos 250 MPa, com base na menor espessura padronizada do material:

- análise química
- Teste de ultrassom de superfície de acordo com DIN EN 10160:1999-09 (classe de qualidade S2/E2)
- Teste de resistência à tração ou dureza

6.3.2.2 Barra redonda

Para barras redondas de aço não ligado com $\varnothing \geq 150$ mm, devem ser realizados os seguintes testes:

- Testes de ultrassom de acordo com a DIN EN 10228-3:2016-10 ou DIN EN 10308:2002-03 (teste de grade tipo 1a, classe de qualidade 2)
- Teste de resistência à tração ou dureza

Para barras redondas de aço ligado com $\varnothing \geq 80$ mm, devem ser realizados os seguintes testes:

- análise química
- Testes de ultrassom de acordo com a DIN EN 10228-3:2016-10 ou DIN EN 10308:2002-03 (teste de grade tipo 1a, classe de qualidade 2)
- Teste de resistência à tração ou dureza.

6.3.2.3 Barras quadradas

Para barras quadradas de aço não ligado com comprimento lateral de ≥ 150 mm, devem ser realizados os seguintes testes:

- Testes de ultrassom de acordo com a DIN EN 10228-3:2016-10 ou DIN EN 10308:2002-03 (teste de grade tipo 1b, classe de qualidade 2)
- Teste de resistência à tração ou dureza

Para barras quadradas de aço ligado com comprimento lateral de ≥ 80 mm, devem ser realizados os seguintes testes:

- análise química
- Testes de ultrassom de acordo com a DIN EN 10308:2002-03 (teste de grade tipo 1b, classe de qualidade 2)
- Teste de resistência à tração ou dureza

6.3.2.4 Barras planas

Os seguintes testes devem ser realizados para barras chatas feitas de aço não ligado com largura de ≥ 150 mm e espessura de ≥ 100 mm com limite de escoamento de pelo menos 250 MPa, com base na menor espessura padronizada do material:

- Testes de ultrassom de acordo com a DIN EN 10228-3:2016-10 ou DIN EN 10308:2002-03 (teste de grade tipo 1b, classe de qualidade 2)
- Teste de resistência à tração ou dureza

Os seguintes testes devem ser realizados para barras chatas de aço ligado com largura de ≥ 80 mm e espessura de ≥ 80 mm com limite de escoamento de pelo menos 350 MPa, com base na menor espessura de material padronizada:

- análise química
- Testes de ultrassom de acordo com a DIN EN 10228-3:2016-10 ou DIN EN 10308:2002-03 (teste de grade tipo 1b, classe de qualidade 2)
- Teste de resistência à tração ou dureza

6.3.2.5 Anéis

Os seguintes testes devem ser realizados para anéis de aço não ligado com largura de ≥ 150 mm e espessura de ≥ 100 mm com limite de escoamento de pelo menos 250 MPa, com base na menor espessura do material padronizada:

- Testes de ultrassom de acordo com a DIN EN 10228-3:2016-10 (teste de grade tipo 3, classe de qualidade 2)
- Realize um teste de resistência à tração ou dureza.

Os seguintes testes devem ser realizados para anéis de aço ligado com largura de ≥ 80 mm e espessura de ≥ 80 mm com limite de escoamento de pelo menos 350 MPa, com base na menor espessura padronizada do material:

- análise química
- Testes de ultrassom de acordo com a DIN EN 10228-3:2016-10 (teste de grade tipo 3, classe de qualidade 2)
- Teste de resistência à tração ou dureza

6.3.2.6 Tubo

No caso de tubos, deve ser realizada uma inspeção de acordo com as condições técnicas de entrega dos tubos disponíveis.

6.3.3 Produtos semiacabados feitos de metais não ferrosos

No caso de produtos semiacabados feitos de metais não ferrosos, o fornecedor deve realizar uma inspeção de acordo com as condições técnicas de entrega.

6.4 Documentação

Em princípio, as peças individuais não precisam ser certificadas individualmente novamente se as especificações de teste listadas tiverem sido realizadas nos produtos semiacabados de acordo com este SN.

Os resultados dos testes necessários para

- chapas, barras redondas, barras quadradas, barras planas e anéis de 6.3.2.1 a 6.3.2.5
- produtos semiacabados de metais não ferrosos da seção 6.3.3

devem ser certificados com certificado de teste de aceitação 3.1 da DIN EN 10204:2005-01 ou ISO 10474:2013-03.

As especificações de teste e os documentos de teste para tubos devem ser observados e apresentados de acordo com as especificações do pedido e as respectivas normas nacionais ou internacionais.

Anhang A
(normativa)
Recodificação dos níveis de qualidade durante a fundição

A.1 Conversão de nível de qualidade de exibição Linear (LM) e de Matriz (AM)

A especificação dos níveis de qualidade individuais depende do grau de estresse (estático, dinâmico) no componente ou conjunto. A Tabela A.1 contém a conversão da norma DIN EN 1369:1997-02, nível de qualidade especificado na Tabela 3, para a saída especificada na Tabela 2 da DIN EN 1369:2013-01.

Mediante apresentação de um desenho que especifique níveis de qualidade conforme a DIN EN 1369:1997-02, de acordo com a Tabela A.1., para decompô-los e realizar o teste de acordo com os níveis de qualidade da DIN EN 1369:2013-01.

Tabela A.1 - Conversão dos níveis de qualidade

Níveis de qualidade da DIN EN 1369:2013-01	Níveis de qualidade da DIN EN 1369:1997-02		
	Espessura da parede Classe a $t \leq 16 \text{ mm}$	Espessura da parede Classe b $16 \text{ mm} < t \leq 50 \text{ mm}$	Espessura da parede Classe c $t > 50 \text{ mm}$
LM 001 AM 001	LM 001 AM 001	LM 001 AM 001	LM 001 AM 001
LM 01 AM 01	LM 01 AM 01	LM 01 AM 01	LM 01 AM 01
LM 1 AM 1	LM 1 AM 1	-	-
LM 2 AM 2	LM 2 AM 2	LM 1 AM 1	-
LM 3 AM 3	LM 3 AM 3	LM 2 AM 2	LM 1 AM 1
LM 4 AM 4	LM 4 AM 4	LM 3 AM 3	LM 2 AM 2
LM 5 AM 5	LM 5 AM 5	LM 4 AM 4	LM 3 AM 3
LM 6 AM 6	-	LM 5 AM 5	LM 4 AM 4
LM 7 AM 7	-	-	LM 5 AM 5

NOTA t - Espessura da parede

A.2 Conversão de nível de qualidade de exibição Linear (LP) e de Matriz (AP)

A especificação dos níveis de qualidade individuais depende do grau de estresse (estático, dinâmico) no componente ou conjunto. A Tabela A.2 contém a conversão da norma DIN EN 1371-1:1997-10, nível de qualidade especificado na Tabela 3, para a saída especificada na Tabela 2 da DIN EN 1371-1:2012-02.

Mediante apresentação de um desenho que especifique níveis de qualidade conforme a DIN EN 1371:1997-10, de acordo com a Tabela A.2., para decompô-los e realizar o teste de acordo com os níveis de qualidade da DIN EN 1371:2012-02

Tabela A.2 - Mapeamento entre níveis de qualidade

Níveis de qualidade da DIN EN 1371-1:2012-02	Níveis de qualidade da DIN EN 1371-1:1997-10		
	Espessura da parede Classe a $t \leq 16 \text{ mm}$	Espessura da parede Classe b $16 \text{ mm} < t \leq 50 \text{ mm}$	Espessura da parede Classe c $t > 50 \text{ mm}$
LP 001 AP 001	LP 001 AP 001	LP 001 AP 001	LP 001 AP 001
LP 01 AP 01	LP 01 AP 01	LP 01 AP 01	LP 01 AP 01
LP 1 AP 1	LP 1 AP 1	-	-
LP 2 AP 2	LP 2 AP 2	LP 1 AP 1	-
LP 3 AP 3	LP 3 AP 3	LP 2 AP 2	LP 1 AP 1
LP 4 AP 4	LP 4 AP 4	LP 3 AP 3	LP 2 AP 2
LP 5 AP 5	LP 5 AP 5	LP 4 AP 4	LP 3 AP 3
LP 6 AP 6	-	LP 5 AP 5	LP 4 AP 4
LP 7 AP 7	-	-	LP 5 AP 5

NOTA t - Espessura da parede

Referências

DIN 199-1:2003-03	Documentação técnica do produto
DIN EN 1369:1997-02	Fundição; inspeção de partículas magnéticas
DIN EN 1370:1997-10	Fundição; verificação da rugosidade da superfície com a ajuda de amostras de referência
DIN EN 10079:2007-06	Definições para produtos de aço
SN 200-2	Especificações de fabricação - peças brutas e produtos semiacabados
SN 200-3	Especificações de fabricação - cortes e dobras térmicas
SN 200-4	Especificações de fabricação - soldagem
SN 200-5	Especificações de fabricação - processamento mecânico
SN 200-6	Especificações de fabricação - montagem e desmontagem
SN 200-7	Especificações de fabricação - proteção contra corrosão
SN 200-8	Especificações de fabricação - testes

Alterações

As seguintes alterações foram feitas em relação à [SN 200-2:2016-05](#):

Alterações editoriais	Nova introdução adicionada Atualização de referências normativas; Alteração do documento SN 200-2/A1:2018-09 incorporado;
Seção 4.6.4.1	Velocidade do som fixada
Seção 4.7	Adicionada recentemente
Seção 5.1	Novo grau de estiramento adicionado
Seção 6.2.3	Completamente modificada e recriada
Seção 6.4	Parcialmente transferida da Seção 6.3 ou recém-criada
Anexo A (normativa)	Especificação para o examinador adicionada

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 200-2:2016-05