

ICS 25.160

Substituir por SN 200-4:2016-05

IMPORTANT !**Please note the corresponding correction/revision !****Índice**

Página

This copy will not be updated in case of changes !

| | |
|---|-----------|
| Introdução..... | 1 |
| 1 Âmbito de aplicação | 2 |
| 2 Referências regulamentares | 2 |
| 3 Requisitos da fábrica..... | 4 |
| 4 Consumíveis de soldagem..... | 5 |
| 4.1 Fundamentos..... | 5 |
| 4.2 Conexões preto e branco..... | 5 |
| 5 Trabalho de soldagem em componentes para engenharia mecânica..... | 5 |
| 5.1 Preparação de solda..... | 5 |
| 5.2 Reforços por nervuras e teias..... | 8 |
| 5.3 Acabamentos de solda..... | 8 |
| 6 Trabalho de soldagem em componentes de transporte de fluido..... | 10 |
| 6.1 Preparação de solda..... | 10 |
| 6.2 Acabamento da solda..... | 10 |
| 7 Tratamento térmico | 11 |
| 7.1 Fundamentos..... | 11 |
| 7.2 Aços estruturais não ligados..... | 11 |
| 7.3 Aços austeníticos..... | 11 |
| 7.4 Compostos mistos..... | 11 |
| 8 Tolerâncias gerais | 12 |
| 8.1 Medidas de comprimento..... | 12 |
| 8.2 Linearidade, planicidade e paralelismo..... | 12 |
| 8.3 Dimensões angulares..... | 12 |
| 9 Inspeção | 13 |
| 9.1 Fundamentos..... | 13 |
| 9.2 Escopo do teste em componentes da máquina..... | 13 |
| 9.3 Escopo do teste em componentes de transporte de fluido..... | 14 |
| 9.4 Escopo do teste para soldas de suporte de carga em pontos de fixação..... | 14 |
| 9.5 Documentação..... | 14 |
| Anhang A (normativo) Avaliação de irregularidades..... | 15 |
| Anhang B (informativo) Representação gráfica de juntas soldadas..... | 26 |
| Anhang C (informativo) Processo de soldagem | 30 |
| Referências..... | 31 |
| Alterações..... | 31 |
| Edições anteriores | 31 |

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

Para o SMS group, esta norma da empresa especifica os requisitos para a planta de produção, os metais de adição, a execução dos trabalhos de soldagem em componentes mecânicos e fluidos, o tratamento térmico e o teste para peças fabricadas por processos de soldagem usados como material de entrada e/ou como material de produção em 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 2559-2:2007-09 | Preparação da solda – Parte 2: Ajuste dos diâmetros internos para soldas circunferenciais em tubos sem costura |
| DIN 2559-3:2007-09 | Preparação da solda – Parte 3: Ajuste de diâmetros internos para soldas circunferenciais em tubos soldados |
| DIN 2559-4:1994-07 | Preparação da solda – Parte 4: Ajuste dos diâmetros internos para soldas circunferenciais em tubos de aço inoxidável sem costura |
| DIN 8555-1:1983-11 | Consumíveis de solda para solda por acumulação; Fios de solda, varetas de solda, eletrodos de arame, eletrodos em bastão; designação, condições técnicas de entrega |
| DIN 50104:1983-11 | Teste de pressão interna em corpos ocos; teste de vazamento até uma certa pressão interna; definição geral |
| DIN EN 1011-1:2009-07 | Soldagem - Recomendações para soldagem de materiais metálicos - Parte 1: Instruções gerais para soldagem a arco |
| DIN EN 1011-2:2001-05 | Soldagem - Recomendações para soldagem de materiais metálicos - Parte 2: Soldagem a arco de aços ferríticos |
| DIN EN 1090-2 | Execução de estruturas de aço e estruturas de alumínio - Parte 2: Normas técnicas para execução de estruturas metálicas |
| DIN EN 10204:2005-01 | Produtos metálicos – tipos e certificados de teste |
| DIN EN 12502-4:2005-03 | Proteção contra corrosão de materiais metálicos – Orientações para estimar a probabilidade de corrosão em sistemas de distribuição e armazenamento de água - Parte 4: Fatores de influência para aços inoxidáveis. |
| DIN EN 13480-5 | Tubulações industriais metálicas - Parte 5: Inspeção |
| DIN EN 14700 | Consumíveis de soldagem – Consumíveis de soldagem para revestimento duro |
| DIN EN ISO 2553:2019-12 | Soldagem e processos relacionados, representação simbólica em desenhos, juntas soldadas |
| DIN EN ISO 2560 | Consumíveis de soldagem – Eletrodos revestidos para soldagem manual a arco de aços não ligados e aços de grão fino – Classificação |
| DIN EN ISO 3581 | Consumíveis de soldagem – Eletrodos revestidos para soldagem manual a arco de aços inoxidáveis e resistentes ao calor – Classificação |
| DIN EN ISO 3834-3:2021-08 | Requisitos de qualidade para soldagem por fusão de materiais metálicos - Parte 3: Requisitos de qualidade padrão |
| DIN EN ISO 4063:2011-03 | Soldagem e processos relacionados; lista de processos e números de série |
| DIN EN ISO 5817:2014-06 | Juntas soldadas por fusão em aço, níquel, titânio e suas ligas (sem soldagem de vigas) – grupos de avaliação de imperfeições |
| DIN EN ISO 6520-1:2007-11 | Soldagem e processos relacionados; classificação de irregularidades geométricas em materiais metálicos; soldagem por fusão |
| DIN EN ISO 9606-1 | Teste de soldadores - Soldagem por fusão - Parte 1: Aços |
| DIN EN ISO 9692-1:2013-12 | Soldagem e processos relacionados – Tipos de preparação de solda - Parte 1: Soldagem manual a arco de metal, soldagem a arco blindada a gás, soldagem a gás, soldagem TIG e soldagem de vigas de aço |
| DIN EN ISO 9712 | Testes não destrutivos - Qualificação e certificação de pessoal de testes não destrutivos |
| DIN EN ISO 10675-1 | Testes não destrutivos de juntas soldadas, limites de aceitação para ensaios radiográficos - Parte 1: aço níquel, titânio e suas ligas |
| DIN EN ISO 11666 | Testes não destrutivos de juntas soldadas – Testes de ultrassom – Limites de aceitação |

| | |
|--------------------------|--|
| DIN EN ISO 13588 | Testes não destrutivos de juntas soldadas – Testes de ultrassom – Aplicação da tecnologia automatizada faseada Array |
| DIN EN ISO 13916:2018-03 | Soldagem – Medição de temperaturas de pré-aquecimento, interpasse e imersão |
| DIN EN ISO 13920:1996-11 | Soldagem – tolerâncias gerais para construções soldadas – Dimensões lineares e angulares, forma e posição |
| DIN EN ISO 14341 | Aditivos de proteção – Eletrodos de arame e metal de solda para soldagem a arco de metal blindado a gás de aços não ligados e aços de grão fino – Classificação |
| DIN EN ISO 14731 | Supervisão de soldagem – Tarefas e responsabilidades |
| DIN EN ISO 15607 | Requisito e qualificação de processos de soldagem para materiais metálicos; regras gerais |
| DIN EN ISO 15609-1 | Requisitos e qualificação de processos de soldagem para materiais metálicos - Parte 1: Soldagem a arco de metal manual |
| DIN EN ISO 15611 | Requisitos e qualificação de processos de soldagem para materiais metálicos; qualificação com base na experiência de soldagem existente |
| DIN EN ISO 15612 | Requisitos e qualificação de processos de soldagem para materiais metálicos; qualificação com um processo de soldagem padrão |
| DIN EN ISO 15614-1 | Requisitos e qualificação de processos de soldagem para materiais metálicos – Teste de procedimento de soldagem - Parte 1: Soldagem a arco e gás de aços e soldagem a arco de níquel e ligas de níquel |
| DIN EN ISO 16826 | Testes não destrutivos, testes de ultrassom, testes de heterogeneidades perpendiculares à superfície |
| DIN EN ISO 16828 | Testes não destrutivos, testes de ultrassom, técnica de difração de tempo de voo, uma técnica para encontrar e medir heterogeneidades |
| DIN EN ISO 17635 | Testes não destrutivos de juntas soldadas; regras gerais para materiais metálicos |
| DIN EN ISO 17636-1 | Testes não destrutivos de juntas soldadas - Testes radiográficos - Parte 1: Técnicas de raios-X e radiação gama com filmes |
| DIN EN ISO 17636-2 | Testes não destrutivos de juntas soldadas - Testes radiográficos - Parte 2: Técnicas de raios-X e radiação gama com detectores digitais |
| DIN EN ISO 17637 | Testes não destrutivos de juntas soldadas – Inspeção visual de juntas soldadas por fusão |
| DIN EN ISO 17638 | Testes não destrutivos de juntas soldadas, testes de partículas magnéticas |
| DIN EN ISO 17640 | Testes não destrutivos de juntas soldadas; teste de ultrassom; técnicas, aulas de teste, avaliação |
| DIN EN ISO 19879 | Conexões de tubos metálicos para fluidos e uso geral; Métodos de teste para conexões hidráulicas em tecnologia de fluidos |
| DIN EN ISO 20378 | Consumíveis de soldagem; hastes para soldagem a gás de hastes não ligadas e resistentes ao calor, classificação |
| DIN EN ISO 23277 | Testes não destrutivos de juntas soldadas, testes penetrantes de juntas soldadas, limites de aceitação |
| DIN EN ISO 23278 | Testes não destrutivos de juntas soldadas, testes de partículas magnéticas de juntas soldadas, limites de aceitação |
| DIN EN ISO 23279 | Testes não destrutivos de juntas soldadas; teste de ultrassom; caracterização de heterogeneidades em soldas |
| ISO 10474:2013-03 | Aço e produtos siderúrgicos; certificados de teste |
| Ficha DVS 3011 | Soldagem de juntas preto e branco |
| Ficha DVS 0937 | Proteção de raiz na soldagem com gás inerte |
| SN 200-1 | Especificações de fabricação - Requisitos e princípios |
| SN 200-8 | Especificações de fabricação - Testes |
| SN 402 | Soldagem por sobreposição |

3 Requisitos da fábrica

Em princípio, devem ser atendidos os requisitos para empresas de fabricação de soldagem de acordo com a DIN EN ISO 3834-3.

As atribuições básicas dos respectivos requisitos podem ser encontradas em Tabela 1.

Se uma empresa de fabricação não atender aos requisitos especificados em Tabela 1, outros regulamentos/aprovações nacionais ou internacionais também serão reconhecidos. A comprovação da equivalência deve ser fornecida pela empresa executora antes do início da produção. A produção do trabalho só poderá ser iniciada após a comprovação da equivalência e a aprovação por escrito de um responsável do SMS group.

Os componentes que se enquadram no Regulamento de Produtos de Construção 305/2011/EUV são identificados por desenhos levando em consideração as classes de execução (EXC1 a 4), de acordo com a norma DIN EN 1090-2 ou específicas do país. Se outros requisitos ou requisitos adicionais (por exemplo, Diretiva de Equipamentos de Pressão 2014/68 EU, etc.) forem solicitados, isso será declarado nos documentos de produção. Em princípio, esses requisitos devem ser atendidos pela empresa fabricante.

Tabela 1 - Qualificação do fornecedor de acordo com a DIN EN ISO 3834-3

| Atividades de soldagem | |
|---|---|
| Instruções de soldagem (DIN EN ISO 15609-1) | Requisito e qualificação de processos de soldagem de acordo com a norma DIN EN ISO 15609-1. Instruções de soldagem válidas / WPS devem estar disponíveis. |
| Qualificação de processos de soldagem (DIN EN ISO 15607, DIN EN ISO 15611, DIN EN ISO 15612, DIN EN ISO 15614-1) | Requisito e qualificação de processos de soldagem de acordo com a DIN EN ISO 15607 para regras gerais |
| | Qualificação com base na experiência de soldagem existente de acordo com a norma DIN EN ISO 15611 |
| | Qualificação com o uso de um processo de soldagem padrão de acordo com a norma DIN EN ISO 15612 |
| | Prova de qualificação com base em um teste de procedimento de soldagem / WPQR de acordo com a norma DIN EN ISO 15614-1. Aviso: A evidência de um WPQR só deve ser fornecida mediante solicitação do SMS group. |
| Técnicos de soldagem | |
| Supervisores de soldagem (DIN EN ISO 14731) | Implementação da supervisão de soldagem de acordo com a norma DIN EN ISO 14731. O SMS group deve ser informado sobre a designação de um responsável. O supervisor de soldagem deve verificar a qualidade de execução de cada soldador individual sem aviso prévio. O supervisor de soldagem deve estar no local durante todo o processo de soldagem. O teste deve ser realizado em componentes da produção atual e com a documentação de data do teste, nome do soldador, nome do inspetor, tipo de solda, tipo de teste realizado e resultado do teste. |
| Soldadores e operadores (DIN EN ISO 9606-1) | Devem estar disponíveis testes para soldador válidos de acordo com a DIN EN ISO 9606-1. Um soldador só pode realizar trabalhos de soldagem abrangidos pelo escopo de seus certificados. O comprovante deve ser renovado a cada três anos, no máximo. Para que um certificado permaneça válido, o supervisor de soldagem deve confirmar que o soldador trabalhou dentro do escopo original na qualidade exigida. Isso deve ser confirmado pelo supervisor de soldagem responsável a cada seis meses no documento de verificação |
| Pessoal de supervisão e teste | |
| Pessoal de testes não destrutivos (DIN EN ISO 9712) | Deve estar disponível pessoal qualificado de acordo com a DIN EN ISO 9712. |

4 Consumíveis de soldagem

4.1 Fundamentos

Os materiais consumíveis para a soldagem devem ser aprovados por meio de um teste de adequação. Todos os metais de adição devem ser armazenados e manuseados com cuidado e de acordo com a DIN EN 1011-1:2009-07, Seção 6.1, e a DIN EN 1011-2:2001-05, Seção 7.

As seguintes normas fornecem informações precisas sobre as propriedades dos materiais consumíveis adequados: DIN 8555-1:1983-11 (ainda válida no SMS group), DIN EN ISO 3581, DIN EN ISO 20378, DIN EN 14700, DIN EN ISO 2560 e DIN EN ISO 14341.

4.2 Conexões preto e branco

As juntas preto e branco são juntas mistas feitas entre aços estruturais não ligados ou ligados, por um lado, e aços cromo-níquel austeníticos, por outro, por soldagem com aditivos CrNi (Mn, Mo).

Juntas diferentes entre aço e níquel ou ligas de níquel também são relacionadas como juntas preto e branco, uma vez que os metais de adição à base de níquel são usados para isso. No caso de juntas mistas, a soldagem deve ser realizada de acordo com os regulamentos específicos (por exemplo, ficha DVS 3011), sendo que os materiais consumíveis para soldagem devem ser aprovados para a combinação.

5 Trabalho de soldagem em componentes para engenharia mecânica

5.1 Preparação de solda

5.1.1 Fundamentos

A execução da preparação do cordão de solda (ângulo de abertura, largura da banda, etc.) deve ser selecionada pela empresa fabricante executora de acordo com o processo de soldagem a ser usado, de acordo com a Seção 5.1.3. Alterações de tipo de costura contrárias às especificações dos desenhos só podem ser realizadas após consulta e aprovação por escrito do SMS group.

As superfícies na área do cordão de solda devem estar livres de incrustações, escórias, ferrugem, tinta, óleo, graxa, revestimentos galvânicos (por exemplo, galvanização) e umidade antes do início da montagem. A preparação do cordão de solda deve ser verificada e assegurada em relação à espessura exigida no desenho.

Para evitar correntes de soldagem parasitas e seus efeitos (por exemplo, destruição de condutores elétricos de proteção), a linha de retorno da corrente de soldagem deve ser conectada diretamente à peça a ser soldada ou ao suporte previsto para a peça (por exemplo, mesa de soldagem, grelhas de soldagem, suplementos).

Estruturas de aço, trilhos, tubulações, hastes e objetos semelhantes não devem ser usados como condutores, a menos que sejam a peça a ser soldada.

As tachas devem ter pelo menos 40 mm de comprimento. Todas as rachaduras, erros de ligação e ninhos de porosidade nas tachas devem ser removidos antes da soldagem. As placas do tanque devem ser soldadas à prova de óleo.

5.1.2 Pré-aquecimento para aços soldáveis

Dependendo da análise do material, as áreas de soldagem devem ser pré-aquecidas. A temperatura mínima de pré-aquecimento é determinada na norma DIN EN 1011-2:2001-05 de acordo com o carbono equivalente CET. No caso de soldas multicamadas, o termo temperatura mínima de pré-aquecimento deve ser equiparado à temperatura mínima de interpasse. Deve-se considerar a DIN EN ISO 13916:2018-03 ao medir pré-aquecimento, interpasse e temperatura de retenção.

Esta fórmula se aplica até um teor de C de $\leq 0,5$

$$\text{CET} = \text{C} + \frac{\text{Mn} + \text{Mo}}{10} + \frac{\text{Cr} + \text{Cu}}{20} + \frac{\text{Ni}}{40} \quad \text{em } (\%)$$

5.1.3 Escolha da preparação da solda

A preparação da solda é selecionada de acordo com a DIN EN ISO 9692-1:2013-12 em Tabela 2.

Tabela 2 – Preparação de solda para soldas de topo (extraído da DIN EN ISO 9692-1:2013-12)

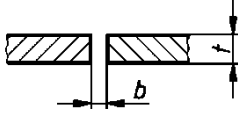
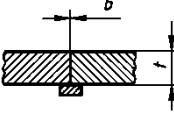
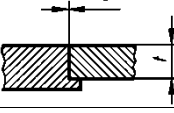
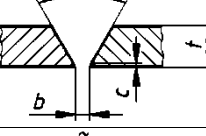
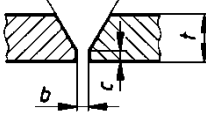
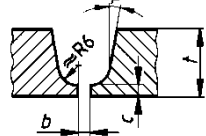
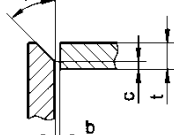
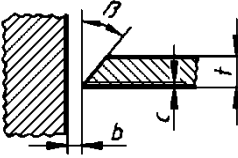
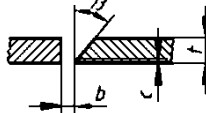
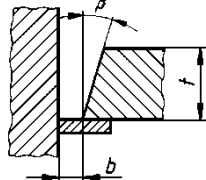
| Código nº | Espessura da peça t | Costura | | Forma das juntas | | | | | Processo de soldagem recomendado (de acordo com ISO 4063) b) | Observações |
|-----------|---------------------|---------------------------------------|----------------------------------|---|---------------|------------|-------------------|--------------------|---|-------------------------------|
| | | Nomenclatura | Símbolo (de acordo com ISO 2553) | Corte | Ângulo α, β | Dimensões | | | | |
| | | | | | | Fenda b | Altura da barra c | Altura do flanco h | | |
| 1.2.1 | ≤ 4 | Junta I | |  | - | b ≈ t | - | - | 3 111 141 | - |
| 1.2.2 | 3 < t ≤ 8 | | | | | 6 ≤ b ≤ 8 | | | 13 | |
| | ≤ 15 | | | | | ≈ t | | | 141 | |
| | | | | | | ≤ 1 | | | 52 | |
| | 0 | | | | | | | | | |
| 1.2.3 | ≤ 100 | Junta I com proteção de poça de fusão | - |  | - | 30 a) | - | - | 51 72 a) | - |
| 1.2.4 | | Junta em I com lábio centralizador | - |  | | | | | | |
| 1.3 | 3 ≤ t ≤ 10 | Junta em V | V |  | 40° ≤ α ≤ 60° | ≤ 4 | ≤ 2 | - | 3 111 13 141 | Possivelmente com proteção |
| | 8 < t ≤ 12 | | | | 6° ≤ α ≤ 8° | - | | | 52 | |
| 1.5 | 5 ≤ t ≤ 40 | Junta em Y | Y |  | α ≈ 60° | 1 ≤ b ≤ 4 | 2 ≤ c ≤ 4 | - | 111 13 141 | - |
| 1.8 | > 12 | Junta em U | U |  | 8° ≤ β ≤ 12° | ≤ 4 | ≤ 3 | - | 111 13 141 | - |
| a) - | 10 ≤ t ≤ 25 | Junta HV | L |  | 35° ≤ β ≤ 60° | 2 ≤ b ≤ 4 | 1 ≤ c ≤ 2 | - | - | - |
| 1.9.1 | 3 < t ≤ 10 | Junta HV | L |  | 35° ≤ β ≤ 60° | 2 ≤ b ≤ 4 | 1 ≤ c ≤ 2 | - | 111 13 141 | - |
| 1.9.2 | | | |  | | | | | | |
| 1,10 | > 16 | Junta HV de flanco íngreme | L |  | 15° ≤ β ≤ 60° | 6 ≤ b ≤ 12 | - | - | 111 13 141 | Com proteção de poça de fusão |
| | | | | | | ≈ 12 | | | | |

Tabela 2 – Preparação de solda para soldas de topo (extraído da DIN EN ISO 9692-1:2013-12) (continuação)

| Costura | | | | Forma das juntas | | | | | Processo de soldagem recomendado (de acordo com ISO 4063) ^{b)} | Observações |
|-----------|---------------------|-----------------------------------|--------------------|------------------|--|--------------------|-------------------|---------------------------|---|---|
| Código nº | Espessura da peça t | Nomenclatura | Símbolo (ISO 2553) | Corte | Ângulo α, β | Dimensões | Altura da barra c | Altura do flanco h | | |
| 1,11 | > 16 | Junta HU | | | $10^{\circ} \leq \beta \leq 20^{\circ}$ | $2 \leq b \leq 4$ | $1 \leq c \leq 2$ | - | 111 13 141 | - |
| 2.1 | ≤ 8 | Junta I | | | - | $\frac{t}{2}$ | - | - | 111 141 | - |
| | \approx | | | | | - | - | 13 | | |
| | $\frac{t}{2}$ | | | | | | | | | |
| | ≤ 15 | | | | | $\leq \frac{t}{2}$ | | | 52 | |
| 2.5.1 | > 10 | Junta em V (duplo) (costura em X) | | | $\alpha \approx 60^{\circ}$ | $1 \leq b \leq 3$ | ≤ 2 | $\frac{t}{2}$ | 111 141 | - |
| | | | | | $40^{\circ} \leq \alpha \leq 60^{\circ}$ | | | | 13 | |
| 2.5.2 | > 10 | Junta em V dupla assimétrica | | | $\alpha_1 \approx 60^{\circ}$ $\alpha_2 \approx 60^{\circ}$ | $1 \leq b \leq 3$ | ≤ 2 | $\frac{t}{3}$ | 111 141 | |
| | | | | | $40^{\circ} \leq \alpha_1 \leq 60^{\circ}$ $40^{\circ} \leq \alpha_2 \leq 60^{\circ}$ | | | | 13 | |
| 2.7 | ≥ 30 | Junta em U dupla | | | $8^{\circ} \leq \beta \leq 12^{\circ}$ | ≤ 3 | ≈ 3 | $\approx \frac{t - c}{2}$ | 111 13 141 | Esta junta também pode ser assimétrica, semelhante à assimétrica Junta em V dupla |
| 2.9.1 | > 10 | Junta HV dupla (costura em K) | | | $35^{\circ} \leq \beta \leq 60^{\circ}$ | $1 \leq b \leq 4$ | ≤ 2 | $h = \frac{t}{2}$ | 111 13 141 | |
| 2.9.2 | | | | | | | | $h = \frac{t}{3}$ | | |
| 2,11 | > 30 | Junta DHU | | | $10^{\circ} \leq \beta \leq 20^{\circ}$ | ≤ 3 | ≥ 2 | $= \frac{t - c}{2}$ | 111 13 141 | |
| | | | | | | | < 2 | $\approx \frac{t}{2}$ | | |

a) determinação do SMS group

b) consulte o Anexo C (normativo)

^{a)} determinação do SMS group

^{b)} consulte o Anexo C (normativo)

5.2 Reforços por nervuras e teias

Reforços por nervuras e tramas devem ser executados de acordo com as variantes Figura 1 e Figura 2. A dimensão R escolhida em Tabela 3 é tão grande que a soldagem pode ocorrer sob a nervura de reforço. O tipo de reforço é mostrado em desenhos sem dimensionamento. Se os raios e/ou as larguras das placas de reforço, de acordo com a Tabela 3, não forem atingidos (por exemplo, ao fixar perfis como vigas IPB, perfis em U, etc., ou no caso de juntas de placas múltiplas), as placas de reforço deverão ser adaptadas aos contornos dos perfis, de acordo com os requisitos da DIN EN ISO 12944-3:2018-04, Seções 5.8 e 5.9, de modo que o reforço possa ser totalmente soldado.

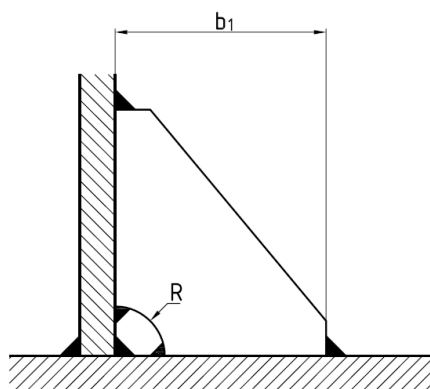


Figura 1 - Variante de reforço 1

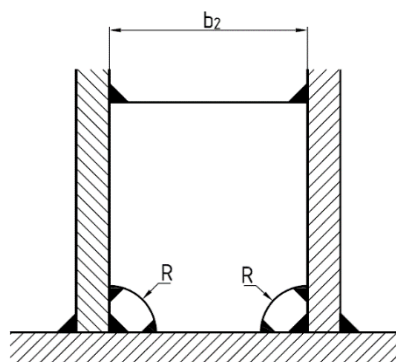


Figura 2 - Variante de reforço 2

Tabela 3 – Dimensões dos reforços (Dimensões em mm)

| Espessura da folha de reforço | R | b ₁ mín. | b ₂ mín. |
|--|----|---------------------|---------------------|
| ≥ 10 a ≤ 40 | 50 | 100 | 200 |
| > 40 a ≤ 70 | 60 | 125 | 250 |
| > 70 a ≤ 150 ^{a)} | 70 | | |
| ^{a)} Dimensões >= 150 mm são apresentadas no desenho. | | | |

5.3 Acabamentos de solda

5.3.1 Fundamentos

Todas as soldas de filete devem ser executadas de acordo com a norma DIN EN ISO 5817:2014-06, grupo de avaliação D. As costuras soldadas em engates de reboque devem ser realizadas de acordo com a especificação do engenheiro de projeto no desenho com grupo de avaliação C ou B. Todos os cantos devem ser completamente soldados. As tensões de retração causadas por peças soldadas em um lado devem ser compensadas por contra-aquecimento.

As conexões para componentes de suporte de carga (por exemplo, alças de içamento) não devem ser projetadas como conexões em preto e branco (consulte a Seção 4.2). Outros projetos devem ser verificados caso a caso e aprovados por escrito pelo departamento de projeto do SMS group.

Soldas auxiliares para reforços, terminais de transporte, etc., devem ser completamente removidas. As superfícies das áreas afetadas devem ser retificadas sem entalhes. A espessura de parede necessária não deve ser rebaixada durante a retificação.

5.3.2 Costuras geométricas totalmente conectadas

As costuras de solda geométricas totalmente conectadas resultam da especificação do desenho (símbolo e/ou dimensão) do projetista na costura.

Se houver um desvio do padrão do SMS group, grupo de avaliação D, conforme a DIN EN ISO 5817:2014-06 (por exemplo, engates de reboque), o grupo de avaliação correspondente será indicado na costura.

No caso de costuras geométricas totalmente conectadas em dois lados, a raiz deverá ser escavada, verificada quanto à ausência de rachaduras e contrassoldada, se necessário, para o grupo de avaliação.

5.3.2.1 Solda de topo

Em soldas de topo, as linhas de força funcionam com distribuição uniforme de tensão.

Se não forem especificadas dimensões da seção transversal para soldas de topo de acordo com a DIN EN ISO 2553:2019-12, elas sempre deverão ser soldadas. Isso significa que as soldas de topo são geométricas totalmente conectadas.

5.3.2.2 Juntas necessárias

As juntas necessárias são as juntas soldadas de chapas e perfis da mesma forma que não estão previstas nos desenhos e requerem a consulta prévia e aprovação por escrito do projetista responsável. As juntas necessárias estão totalmente conectadas ao grupo de avaliação B de acordo com a norma DIN EN ISO 5817:2014-06.

5.3.3 Soldagem de plugue

A soldagem de plugue só é permitida para espessuras de chapa de ≤ 40 mm. O diâmetro do orifício corresponde à espessura da chapa, mas deve ser de pelo menos $\varnothing 20$ mm.

5.3.4 Soldagem de sobreposição

As soldas de filete individuais devem ser realizadas de acordo com a norma DIN EN ISO 5817:2014-06, grupo de avaliação D, restrita a irregularidades nº 1.1, 1.2, 2.3 a 2.6 e 2.12, de acordo com Tabela A.1 . São permitidos poros de superfície < 2 mm.

5.3.5 Solda de rachadura

A largura da ranhura b , consulte Figura 3, dependendo das espessuras das chapas t_1 e t_2 e da união da costura necessárias, em $t_1 \leq 15$ mm é b mín. $0,5 \times t_1$ mas ao menos 4 mm em $t_1 > 15$ mm é b mín. 15 mm

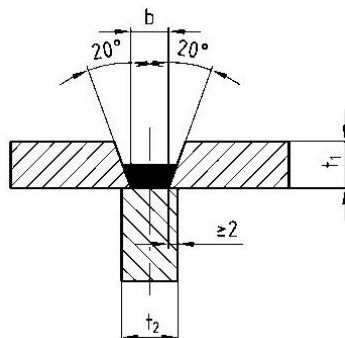


Figura 3 - Solda de rachadura

5.3.6 Elevação do cordão de solda

A elevação máxima do cordão de solda (\bar{u}) é determinada pela qualidade do cordão de solda; consulte Figura 4 e Tabela 4.

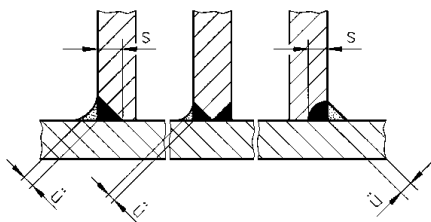


Figura 4 – Elevação do cordão de solda

Tabela 4 – Cálculo da elevação do cordão de solda

| Grupo de classificação ^{a)} | Cálculo da elevação do cordão de solda |
|--|---|
| D | 0,10 a $0,3 \times$ profundidade da costura (s) |
| B e C | 0,15 a $0,3 \times$ profundidade da costura (s) |
| ^{a)} Grupo de classificação de acordo com a DIN EN ISO 5817:2014-06 | |

5.3.7 Espessura da solda em soldas de ângulo

No caso de soldas de ângulo, as linhas de força são desviadas. Assume-se a execução da costura de acordo com Figura 5. A dimensão (a) depende da parte mais fina a ser conectada e não deve exceder 12 mm.

A marcação (a) para a espessura do cordão de solda não aparece nos desenhos do SMS group. Ao contrário da norma DIN EN ISO 2553:2019-12. Em caso de desvios, as espessuras de costura são especificadas nos desenhos.

No caso de uma costura em ambos os lados, caso não seja possível soldar a costura interna por falta de acessibilidade, o departamento de construção deverá ser consultado. A solda de filete deve ser realizada da seguinte forma (específico do SMS group):

Soldas de filete em ambos os lados $a = 0,3 \times$ espessura da chapa mais fina, mas no máximo 12 mm;

Soldas de filete de um lado $a = 0,6 \times$ espessura da chapa mais fina, mas no máximo 12 mm

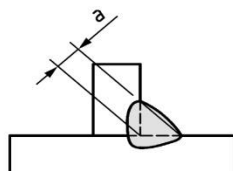


Figura 5 – Espessura da costura

6 Trabalho de soldagem em componentes de transporte de fluido

6.1 Preparação de solda

As superfícies na área do cordão de solda de componentes que transportam fluidos, por exemplo, tubulações e recipientes, devem estar livres de incrustações, escórias, ferrugem, tinta, óleo, graxa e umidade antes do início da montagem.

Rachaduras, erros de ligação, ninhos de porosidade nas tachas devem ser removidos antes da soldagem. A execução da preparação do cordão de solda (ângulo de abertura, largura da banda, etc.) deve ser selecionada pela empresa fabricante executora de acordo com o processo de soldagem a ser usado. Só é possível haver divergências em relação aos detalhes do desenho caso seja mantida a profundidade de costura prescrita e a conformidade com os requisitos de qualidade colocados na costura de solda.

A preparação de solda para juntas de topo e juntas de ângulo é selecionada de acordo com Tabela 5.

Esta é uma definição específica do SMS group.

Para conexões com diferentes espessuras de parede do tubo, os valores do grupo de avaliação exigido, de acordo com a norma DIN EN ISO 5817:2014-06, Irregularidade nº 3.1, aplicam-se ao desalinhamento da borda em relação à menor espessura de parede. Se o deslocamento da borda exceder os valores permitidos, será necessária uma transição cônica de $\leq 10^\circ$; consulte a DIN 2559-2 e -3:2007-09 e a DIN 2559-4:1994-07.

Tabela 5 – Preparação de solda para juntas de topo e de canto

| Espessura da parede s | Nomenclatura | Símbolo (ISO 2553:1992-10) | Corte de formas de juntas | α | β | Espaçamento das barras ^{a)} b | Altura da barra c | Altura do flanco h |
|--|---------------------------|-------------------------------|---------------------------|--------------|--------------|---|----------------------|-----------------------|
| | | | | Grau | | | | |
| até 2 | Costura em I | II | | - | - | 0 a 3 | - | - |
| acima de 2 até 25 | Costura em V | V | | ≈ 60 | - | 2 a 4 | até 2 | - |
| Acima de 25 | Costura em U na raiz em V | U | | ≈ 60 | ≈ 15 | 2 a 3 | 2 | ≈ 4 |
| todos | Costura HV | V | | - | - | - | - | - |
| Todos (permitido somente até PM 25 máx.) | Cordão de solda | | | - | - | - | - | - |

a) As dimensões fornecidas se aplicam ao estado grampeado.

6.2 Acabamento da solda

6.2.1 Fundamentos

Todas as juntas de topo devem ser feitas de acordo com a Seção 5.3.2.1. As costuras soldadas em componentes que transportam fluidos devem ser realizadas em um nível de pressão $\leq 2,5$ MPa, de acordo com o grupo de avaliação D , e em um nível de pressão $> 2,5$ MPa, de acordo com o grupo de avaliação C , conforme a DIN EN ISO 5817:2014-06. No caso de requisitos especiais, a costura de solda deve ser realizada de acordo com o grupo de avaliação B , independentemente do nível de pressão, de acordo com as especificações do projetista.

Respingos de solda não são permitidos nas paredes internas das tubulações, por isso, recomenda-se realizar o passe de raiz como processo de soldagem TIG com gás inerte.

O estreitamento da seção transversal do tubo devido ao aumento da raiz do cordão de solda (observar Tabela 12 nº 1.11) não deve ser superior a 20% para tubos com diâmetro externo de ≤ 25 mm e não superior a 15% para tubos com diâmetro externo > 25 mm, com base na seção transversal de fluxo do tubo.

Isto deve ser verificado por inspeção visual e, se necessário, por exemplo, por moagem, para retrabalho.

Todas as costuras de solda no interior do recipiente e da câmara devem ser executadas como costuras contínuas sem interrupção.

Todas as soldas deverão ser soldadas em camadas múltiplas se a espessura da parede permitir isso.

Para soldagem a arco manual em tubulações de alta pressão na área das camadas intermediária e superior, apenas eletrodos básicos (b) devem ser usados.

Soldas auxiliares para reforços, terminais de transporte, etc., devem ser completamente removidas. As superfícies das áreas afetadas devem ser retificadas sem entalhes e devem ser verificadas quanto a rachaduras usando um método adequado. A espessura de parede necessária não deve ser rebaixada durante a retificação.

6.2.2 Componentes de transporte de fluido feitos de aço

Todas as juntas de canto devem ser feitas como soldas de filete até uma pressão de $\leq 2,5$ MPa; com uma pressão $> 2,5$ MPa, elas devem ser feitas como soldas HV.

Aviso:

Um gás de apoio é recomendado para soldagem de raiz em costuras de tubulações ao usar soldagem de gás inerte de tungstênio.

6.2.3 Componentes de transporte de fluido feitos de aço inoxidável e resistente a ácidos

Para aços inoxidáveis e resistentes a ácidos, a probabilidade de corrosão em área de água é baixa se há um projeto e processamento sem folgas; consulte a DIN EN 12502-4:2005-03. Uma largura de folga maior que 0,5 mm e uma profundidade de folga menor que a metade da largura da folga geralmente podem ser consideradas não críticas. As tubulações feitas de aço inoxidável e resistente a ácidos devem ser inundadas com um gás de formação (por exemplo, N = 90%, H = 10% ou Ar = 90%) tanto na colagem quanto na soldagem do passe de raiz (observe a ficha DVS 0937).

7 Tratamento térmico

7.1 Fundamentos

Em caso de distorção devido a tensões de retração, isso deve ser compensado por contra-aquecimento.

O tratamento pós-aquecimento (por exemplo, recozimento de alívio de tensão) é indicado pelo projetista no desenho, se necessário, por razões funcionais.

O tratamento térmico subsequente causado pelo processo de produção (por exemplo, tensões de usinagem) deve ser providenciado pela empresa executora.

No caso de pós-tratamento térmico de aços temperados, a temperatura deve ser 20-30 K (Kelvin) abaixo da temperatura de têmpera. A empresa que executa o trabalho deve obter informações sobre a temperatura de têmpera utilizada.

Os tratamentos térmicos necessários do ponto de vista da soldagem são de responsabilidade da empresa fabricante.

Todos os tratamentos térmicos devem ser documentados por diagramas e registros de tratamento térmico.

Outros métodos de relaxamento além do alívio de estresse (por exemplo, alívio de estresse de vibração) devem ser previamente acordados com o SMS group.

Aviso de segurança:

Se for realizado tratamento pós-aquecimento, todas as cavidades hermeticamente fechadas deverão ser abertas pela oficina de soldagem por um orifício redondo de 10 mm em um ponto adequado da fibra neutra antes do recozimento, mesmo que não haja informações específicas do desenho. Esses orifícios redondos devem ser fechados novamente após o tratamento térmico. Quando as placas são colocadas, a soldagem é interrompida curtamente e concluída após o tratamento térmico.

7.2 Aços estruturais não ligados

A temperatura de recozimento deve estar entre 560 °C e 600 °C, com S355 máx. 580 °C.

A taxa de aquecimento não deve exceder 50 K (Kelvin) por hora.

O tempo de espera deve ser de pelo menos 1 minuto por 1 mm de espessura da peça (por exemplo, 120 mm de espessura da peça = 120 minutos de tempo de espera).

A taxa de resfriamento não deve exceder 50 K por hora.

7.3 Aços austeníticos

Em princípio, os aços austeníticos não devem ser submetidos a nenhum tratamento térmico.

O pós-tratamento térmico só pode ser realizado em casos justificados e após consulta e aprovação escrita do SMS group.

Dados de tratamento térmico, como temperatura de recozimento, tempo de espera e taxa de resfriamento, devem ser acordados com o SMS group.

7.4 Compostos mistos

Para o tratamento térmico de conexões preto e branco (consulte também a ficha DVS 3011), aplicam-se os regulamentos da Seção 7.3.

Se peças não destacáveis feitas de aço austenítico forem fornecidas em um componente com necessidade de recozimento de alívio de tensão, essas peças só deverão ser soldadas após o recozimento.

8 Tolerâncias gerais

As classes de tolerância geral aplicáveis são especificadas em Tabela 6 e Tabela 7. Estas correspondem às tolerâncias gerais da DIN EN ISO 13920:1996-11.

8.1 Medidas de comprimento

As tolerâncias da classe de tolerância *B* especificadas em Tabela 6 se aplicam às medidas de comprimento (dimensões externas, dimensões internas, dimensões do calcanhar, dimensões da largura e dimensões intermediárias).

Tabela 6 - Tolerâncias de comprimento

| 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 |

8.2 Linearidade, planicidade e paralelismo

As tolerâncias da classe de tolerância *F* especificadas em Tabela 7 se aplicam tanto às dimensões totais de uma peça soldada ou um grupo soldado quanto aos comprimentos das peças.

Tabela 7 – Tolerâncias de linearidade, planicidade e paralelismo

| Classe de tolerância | Faixa de dimensão nominal (comprimento lateral maior da área) | | | | | | | | | |
|----------------------|---|-------------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|---------|
| | > 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 |
| F | 1 | 1,5 | 3 | 4,5 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 |

8.3 Dimensões angulares

A perna mais curta é a perna de referência para as tolerâncias dos ângulos. O comprimento da perna também pode ser aplicado a partir de um ponto de referência, que deve ser especificado no desenho, para exemplos, consulte Figura 6. Para converter as dimensões angulares em dimensões lineares para fins metrológicos, as dimensões limite dos ângulos em Tabela 8 também são especificadas como valores tangentes. O desvio máximo admissível em mm é calculado a partir do valor da tangente x o comprimento da perna mais curta.

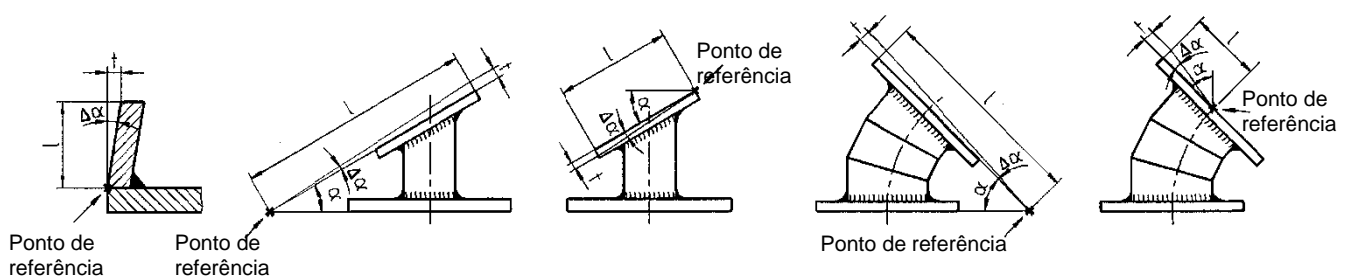


Figura 6 – Exemplos de tolerâncias de ângulos

Tabela 8 – Tolerâncias de ângulos

| Classe de tolerância | Faixa nominal (comprimento da perna mais curta) | | | | | |
|----------------------|--|-------------------|---------|---|-------------------|--------|
| | até 400 | > 400 até 1000 | > 1000 | até 400 | > 400 até 1000 | > 1000 |
| | desvios permitidos em graus e minutos | | | desvios permitidos como valores tangentes | | |
| B | ± 0°45' | ± 0°30' | ± 0°20' | 0,013 | 0,009 | 0,006 |

9 Inspeção

9.1 Fundamentos

Os testes listados nas seções a seguir devem ser realizados pela oficina de soldagem. Antes de realizar um teste, devem ser cumpridas as especificações de acordo com a norma DIN EN ISO 17635. Se for necessário um teste intermediário, a empresa de soldagem que realizará o trabalho deverá notificar o controle de qualidade do SMS group. Para dimensões com tolerâncias inferiores às tolerâncias gerais mencionadas na Seção 8, o teste deve ser documentado com valores nominais e reais.

No caso de testes de pressão ou vazamento, estes devem ser documentados com informações sobre o tipo de teste, pressão de teste, tempo de teste e meio de pressão. Em cordões de solda de tubulações que não são mais visíveis, o oficial de inspeção de qualidade do SMS group reserva-se o direito de cortar essas tubulações em um ponto adequado para inspecionar os cordões de solda se a qualidade do cordão de solda e o fluxo não puderem ser garantidos por não teste destrutivo.

As irregularidades da superfície interna com orientação perpendicular à superfície de teste são difíceis de detectar com a verificação de feixe angular usual com sondas de elemento único. Para essas irregularidades, podem ser selecionadas técnicas de teste especiais (por exemplo, teste tandem, de acordo com a DIN EN ISO 16826, Phased Array, DIN EN ISO 13588, TOFD, DIN EN ISO 16828, etc.). A aplicação dessas técnicas de teste deve ser definida por uma especificação. Isto aplica-se sobretudo a cordões de solda em componentes de paredes espessas. O uso dessas técnicas de teste especiais é definido/especificado separadamente entre o SMS group e o fornecedor.

Em geral, os limites de admissibilidade da DIN EN ISO 11666 também se aplicam a cordões de solda geométricos totalmente conectados com espessura superior a 100 mm.

Se não houver reclamações, o escopo de teste exigido poderá ser reduzido após consulta prévia e aprovação por escrito do controle de qualidade do SMS group. Se houver alguma reclamação, o representante de aceitação do SMS group poderá aumentar o escopo de teste em até 100%.

9.2 Escopo do teste em componentes da máquina

O grupo de avaliação D, de acordo com a DIN EN ISO 5817:2014-06 é o padrão do SMS group.

Os valores limite para imperfeições são especificados em Anhang A (normativo), Tabela A.1, de acordo com os grupos de avaliação.

As especificações de acordo com Tabela 9 e Tabela 10 devem ser observadas.

Tabela 9 – Escopo do teste para cordões de solda geométricos que não estão totalmente conectados

| Limites para irregularidades de acordo com a DIN EN ISO 5817 | | Testes a realizar ^{a)} | | |
|--|---------------------|---------------------------------|-------------------------|-------------------------------|
| Grupo de classificação | Nº | Inspeção visual (VT) | Teste de ultrassom (UT) | Teste de rachaduras (MT / PT) |
| B (alto) | todos | 100% | -- | ≥ 25 % |
| C (médio) | | | | ≥ 10 % |
| D (baixo) | todos ^{b)} | | | -- |

^{a)} a porcentagem do escopo do teste refere-se ao comprimento da costura de solda de cada costura individual
^{b)} para soldagem por acúmulo, aplicam-se apenas os números 1.1, 1.2, 2.3 a 2.6 e 2.12; consulte o Apêndice A (normativo), Tabela A.1

Tabela 10 – Escopo do teste para cordões de solda geométricos que estão totalmente conectados

| Limites para irregularidades de acordo com a DIN EN ISO 5817 | | Testes a realizar ^{a)} | | |
|--|---------------------|---------------------------------|-------------------------|-------------------------------|
| Grupo de classificação | Nº | Inspeção visual (VT) | Teste de ultrassom (UT) | Teste de rachaduras (MT / PT) |
| B (alto) | todos | 100% | ≥ 50 % ^{c)} | ≥ 50 % ^{c)} |
| C (médio) | | | ≥ 25 % | ≥ 25 % |
| D (baixo) | todos ^{b)} | | -- | ≥ 10 % |

^{a)} a porcentagem do escopo do teste refere-se ao comprimento da costura de solda de cada costura individual
^{b)} exceto nº 2.12 e 2.13, de acordo com o grupo de avaliação C; consulte o Anexo A (normativo), Tabela A.1
^{c)} no caso de juntas necessárias, o escopo do teste de ultrassom ou raio-X e teste de rachaduras na superfície é 100% do cordão de solda e da zona afetada pelo calor.

9.3 Escopo do teste em componentes de transporte de fluido

As especificações de acordo Tabela 11 devem ser observadas.

Tabela 11 – Escopo do teste para soldas em componentes de transporte de fluido

| Limites para irregularidades de acordo com a DIN EN ISO 5817 | | Execução na fase de pressão | Testes a realizar ^{a)} | | | |
|--|---------------------|-----------------------------|---------------------------------|------------------------------------|------------------|--------------------|
| Grupo de classificação | Nº | | Inspeção visual (VT) | Teste de raio-X ^{b)} (RT) | Teste de pressão | Teste de vazamento |
| B (alto) | todos | ^{d)} | 100% | ≥ 25 % | ^{e)} | |
| C (médio) | | > 2,5 MPa | | ≥ 10 % | | |
| D (baixo) | todos ^{c)} | ≤ 2,5 MPa | | -- | | |

^{a)} A porcentagem refere-se ao número de cordões de solda com 100% no teste de costura.

^{b)} Os testes de raios-X podem ser substituídos por testes radiográficos equivalentes da estrutura interna. Esses métodos de teste radiográfico só deverão ser realizados se a empresa que executa o trabalho não tiver garantido e documentado as qualificações dos funcionários usando métodos e procedimentos estatísticos adequados. É necessário ter aprovação do SMS group antes do início da produção.

^{c)} exceto o nº 2.13, de acordo com o grupo de avaliação C; consulte o Anexo A (normativo), Tabela A.1

^{d)} O grupo de classificação B deve ser usado para requisitos especiais, independentemente do nível de pressão.

^{e)} Apenas em casos excepcionais. Um teste de pressão ou vazamento é necessário se:

- Os componentes consistem em várias câmaras ou cavidades separadas. O teste é realizado em cada câmara ou cavidade individual.
- costuras de solda foram usinadas. Os testes de vazamento podem ser substituídos por um teste de rachadura após consulta prévia e aprovação por escrito do Controle de Qualidade do SMS group. É necessária uma especificação de desenho

9.4 Escopo do teste para soldas de suporte de carga em pontos de fixação

As estipulações de Tabela 12 se aplicam a soldas de suporte em pontos de fixação, por exemplo, olhais de reboque, pinos de fixação, etc. As soldas de suporte podem ser reconhecidas pelos grupos de avaliação B e C especificados pelo projetista no desenho da solda. O teste é realizado antes do fechamento da frente, esmerilhando a costura; se necessário, a frente das costuras deve ser aberta.

Tabela 12 – Escopo do teste para soldas de suporte de carga em pontos de fixação

| Limites para irregularidades de acordo com a DIN EN ISO 5817 | | Testes a realizar ^{a)} | | |
|--|-------|---------------------------------|-------------------------|------------------------------|
| Grupo de classificação | Nº | Inspeção visual (VT) | Teste de ultrassom (UT) | Teste de rachadura (MT / PT) |
| B (alto) | todos | 100% | -- | 100 % ^{b)} |
| C (médio) | | | | |

^{a)} a porcentagem do escopo do teste refere-se ao comprimento da costura de solda de cada costura individual

^{b)} os pontos de fixação soldados (por exemplo, olhais de fixação, pinos de fixação, etc.) devem ser verificados com um teste de rachaduras de 100% na solda e na zona afetada pelo calor. Pelo menos 10% de todas as subconexões de suporte de carga devem ser verificadas no lado da face a uma profundidade de costura de solda + 5 mm (s + 5 mm) usando teste de partículas magnéticas.

9.5 Documentação

Todos os testes realizados abaixo devem obter um certificado de teste de aceitação 3.1 DIN EN 10204:2005-01 ou ISO 10474:2013-03 levando em consideração a DIN ISO 17635 e DIN EN ISO 5817:

- Inspeções visuais (VT) de acordo com a DIN EN ISO 17637
- Teste de ultrassom (UT) de acordo com a DIN EN ISO 11666, DIN EN ISO 23279 e DIN EN ISO 17640
- Testes radiográficos (RT) de acordo com a DIN EN ISO 10675-1 e DIN EN ISO 17636-1 e - 2
- Testes de partículas magnéticas (MT) de acordo com a DIN EN ISO 17638 e DIN EN ISO 23278
- Testes de corante penetrante (PT) de acordo com a DIN EN ISO 23277
- Testes de pressão de acordo com a DIN EN 13480-5
- Testes de vazamento de acordo com a DIN 50104:1983-11 e DIN EN ISO 19879

Anhang A (normativo) Avaliação de irregularidades

A.1 Termos

Para a aplicação da Tabela A.1, são válidos os seguintes termos de acordo com a DIN EN ISO 5817:2014-06:

Grupo de classificação

Descrição da qualidade de uma solda com base no tipo, tamanho e número de imperfeições selecionadas.

Usabilidade

Propriedade de um produto, processo ou serviço para cumprir uma finalidade específica sob condições específicas.

Irregularidade curta

As irregularidades são consideradas curtas se, para soldas de 100 mm ou mais, em uma seção de 100 mm que contém a maioria das imperfeições, o comprimento total das imperfeições não excede 25 mm. Se o comprimento da solda é inferior a 100 mm, as imperfeições são consideradas irregularidades curtas se o comprimento da irregularidade não excede 25% do comprimento da solda.

Irregularidade sistemática

Irregularidades que se repetem periodicamente na solda ao longo do comprimento examinado; as dimensões das irregularidades individuais estão dentro dos limites permitidos.

Superfície projetada

Superfície na qual as imperfeições distribuídas pelo volume da solda considerada são mapeadas em duas dimensões.

NOTA 1 ao termo

Ao contrário da área da seção transversal, a ocorrência de irregularidades na imagem radiográfica depende da espessura da solda; consulte a Figura A.1.

Legenda

- 1 Direção de raios-X
- 2 4 poros por unidade de volume
- 3 6 vezes a espessura
- 4 3 vezes a espessura
- 5 2 vezes a espessura
- 6 1 vezes a espessura

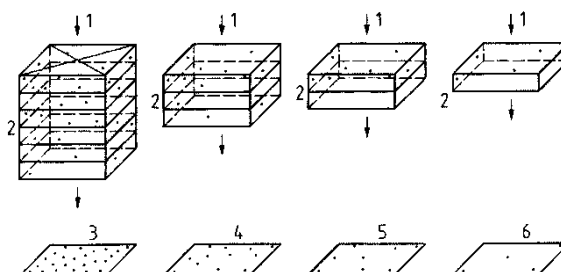


Figura A.1 – Radiografias de amostras com frequência de poros idêntica por unidade de volume

A.2 Avaliação de irregularidades

A Tabela A.1 lista os valores limite para irregularidades para os grupos de avaliação individuais da DIN EN ISO 5817:2014-06. Se o exame microscópico for usado para detectar imperfeições, apenas as imperfeições que puderem ser detectadas com uma ampliação não superior a 10x deverão ser consideradas.

Exceções a isso são microerros de ligação^o 1.5 e microrrachaduras nº 2.2, de acordo com a Tabela A.1. As irregularidades sistemáticas (para definição, consulte o Anexo A, página 34) só são permitidas no grau D desde que outros requisitos da Tabela A.1 sejam atendidos. Um cordão de solda deve ser avaliado separadamente para cada irregularidade, consulte a Tabela A.1, nº 1.1 a 3.2. Se ocorrerem diferentes tipos de irregularidade em uma seção transversal de costura, será necessária uma avaliação especial, consulte a Tabela A.1, nº 4.1.

Os limites de avaliação para múltiplas irregularidades só serão aplicados se os requisitos para as demais irregularidades não forem excedidos.

Quaisquer duas irregularidades adjacentes a uma distância menor que a dimensão principal da menor delas devem ser consideradas como uma.

Os seguintes símbolos são usados na Tabela A.1:

- a Espessura nominal da solda de filete (consulte também a DIN EN ISO 2553)
- A Superfície ao redor dos poros
- b Largura da elevação da costura
- d Diâmetro de um poro de gás
- d_A Diâmetro da superfície ao redor dos poros
- h Altura ou largura da irregularidade
- l Comprimento da irregularidade na direção longitudinal da solda
- l_p Comprimento da superfície projetada ou área de seção transversal
- s Espessura nominal da solda de topo (consulte também a DIN EN ISO 2553)
- t Espessura da parede ou chapa do tubo (tamanho nominal)
- w_p Largura da solda ou, para uma área de seção transversal, largura ou altura
- z Comprimento da perna de uma solda de filete (consulte também a DIN EN ISO 2553)
- α Ângulo de transição da costura
- β Ângulo de deslocamento angular

Tabela A.1 – Limites para irregularidades

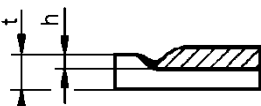
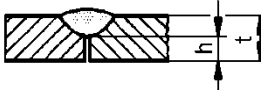
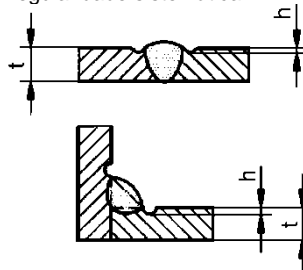
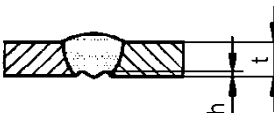
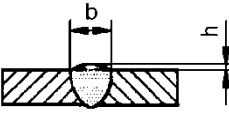
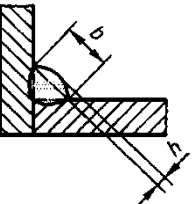
| Nº | Nº de série de acordo com ISO 6520-1 | Irregularidade Nomenclatura | Observações | t mm | Limites para irregularidades nos grupos de avaliação | | |
|---------------------------------|--------------------------------------|--|--|---------|--|--|---|
| | | | | | D | C | B |
| 1 Irregularidades da superfície | | | | | | | |
| 1.1 | 100 | Rachadura | - | ≥ 0,5 | Não permitido | Não permitido | Não permitido |
| 1.2 | 104 | Rachadura de cratera final | - | ≥ 0,5 | Não permitido | Não permitido | Não permitido |
| 1.3 | 2017 | Poro da superfície | Dimensão máxima de um único poro para - Solda de topo - Solda de filete | 0,5 a 3 | $d \leq 0,3 s$ $d \leq 0,3 a$ | Não permitido | Não permitido |
| | | | Dimensão máxima de um único poro para - Solda de topo - Solda de filete | > 3 | $d \leq 0,3 s$, mas máx. 3 mm $d \leq 0,3 a$, mas máx. 3 mm | $d \leq 0,2 s$, mas máx. 2 mm $d \leq 0,2 a$, mas máx. 2 mm | Não permitido |
| 1.4 | 2025 | Orifício de cratera de extremidade aberta |  | 0,5 a 3 | $h \leq 0,2 t$ | Não permitido | Não permitido |
| | | | | > 3 | $h \leq 0,2 t$, mas máx. 2 mm | $h \leq 0,1 t$, mas máx. 1 mm | Não permitido |
| 1.5 | 401 | Erro de ligação (ligação incompleta) | - | ≥ 0,5 | Não permitido | Não permitido | Não permitido |
| | | Microerros de ligação | Só detectável por exame microscópico | | Permitido | Permitido | Não permitido |
| 1.6 | 4021 | Penetração insuficiente da raiz | Para soldas de topo soldadas apenas em um lado  | ≥ 0,5 | Irregularidade curta: $h \leq 0,2 t$, mas máx. 2 mm | Não permitido | Não permitido |
| 1.7 | 5011 5012 | Corte rebaixado contínuo Corte rebaixado não contínuo | É necessária uma transição suave. Não é considerada uma irregularidade sistemática.  | 0,5 a 3 | Irregularidade curta: $h \leq 0,2 t$ | Irregularidade curta: $h \leq 0,1 t$ | Não permitido |
| | | | | > 3 | $h \leq 0,2 t$, mas máx. 1 mm | $h \leq 0,1 t$, mas máx. 0,5 mm | $h \leq 0,05 t$, mas máx. 0,5 mm |
| 1.8 | 5013 | Entalhe de raiz | É necessária uma transição suave.  | 0,5 a 3 | $h \leq 0,2 t + 0,1 t$ | Irregularidade curta: $h \leq 0,1 t$ | Não permitido |
| | | | | > 3 | Irregularidade curta: $h \leq 0,2 t$, mas máx. 2 mm | Irregularidade curta: $h \leq 0,1 t$, mas máx. 1 mm | Irregularidade curta: $h \leq 0,05 t$, mas máx. 0,5 mm |
| 1.9 | 502 | Elevação excessiva da costura (solda de topo) | É necessária uma transição suave.  | ≥ 0,5 | $h \leq 1 \text{ mm} + 0,25 b$, mas máx. 10 mm | $h \leq 1 \text{ mm} + 0,15 b$, mas máx. 7 mm | $h \leq 1 \text{ mm} + 0,1 b$, mas máx. 5 mm |
| 1,10 | 503 | Elevação excessiva da costura (solda de filete) |  | ≥ 0,5 | $h \leq 1 \text{ mm} + 0,25 b$, mas máx. 5 mm | $h \leq 1 \text{ mm} + 0,15 b$, mas máx. 4 mm | $h \leq 1 \text{ mm} + 0,1 b$, mas máx. 3 mm |

Tabela A.1 – (continuação) Limites para irregularidades

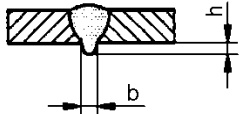
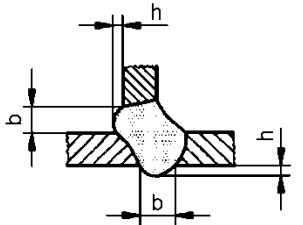

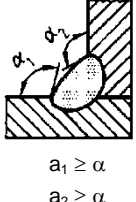
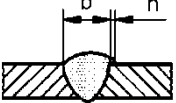
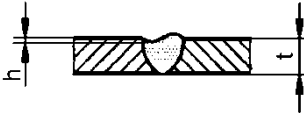
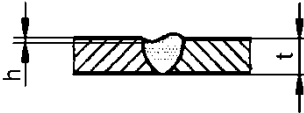
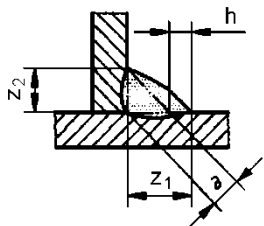
| Nº | Nº de série De acordo com ISO 6520-1 | Irregularidade Nomenclatura | Observações | t mm | Limites para irregularidades nos grupos de avaliação | | |
|------|---|--|--|-------------|---|--|---|
| | | | | | D | C | B |
| 1,11 | 504 | Excesso de raiz |  | 0,5 a 3 | $h \leq 1 \text{ mm} + 0,6 b$ | $h \leq 1 \text{ mm} + 0,3 b$ | $h \leq 1 \text{ mm} + 0,1 b$ |
| | | |  | > 3 | $h \leq 1 \text{ mm} + 1,0 b$, mas máx. 5 mm | $h \leq 1 \text{ mm} + 0,6 b$, mas máx. 4 mm | $h \leq 1 \text{ mm} + 0,2 b$, mas máx. 3 mm |
| 1,12 | 505 | Transição áspera da costura | - Solda de topo  | ≥ 0,5 | $\alpha \geq 90^\circ$ | $\alpha \geq 110^\circ$ | $\alpha \geq 150^\circ$ |
| | | | - Solda de filete  $a_1 \geq \alpha$ $a_2 \geq \alpha$ | ≥ 0,5 | $\alpha \geq 90^\circ$ | $\alpha \geq 100^\circ$ | $\alpha \geq 110^\circ$ |
| 1,13 | 506 | Excesso de metal de solda |  | ≥ 0,5 | $h \leq 0,2 b$ | Não permitido | Não permitido |
| 1,14 | 509 | Metal de solda fluido | É necessária uma transição suave.  | 0,5 a 3 | Irregularidade curta: $h \leq 0,25 t$ | Irregularidade curta: $h \leq 0,1 t$ | Não permitido |
| | 511 | Arqueamento da camada superior |  | > 3 | Irregularidade curta: $h \leq 0,25 t$ mas máx. 2 mm | Irregularidade curta: $h \leq 0,1 t$ mas máx. 1 mm | Irregularidade curta: $h \leq 0,05 t$ mas máx. 0,5 mm |
| 1,15 | 510 | Queima | - | ≥ 0,5 | Não permitido | Não permitido | Não permitido |
| 1,16 | 512 | Assimetria excessiva da solda de filete (desigualdade excessiva) | Nos casos em que uma solda de filete assimétrica não foi especificada  | ≥ 0,5 | $h \leq 2 \text{ mm} + 0,2 a$ | $h \leq 2 \text{ mm} + 0,15 a$ | $h \leq 1,5 \text{ mm} + 0,15 a$ |

Tabela A.1 – (continuação) Limites para irregularidades

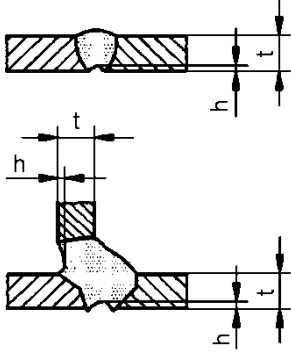
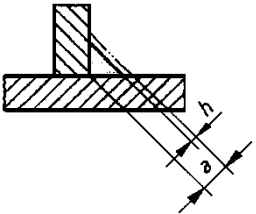
| Nº | Nº de série de acordo com ISO 6520-1 | Irregularidade Nomenclatura | Observações | t mm | Limites para irregularidades nos grupos de avaliação | | |
|------|--------------------------------------|--|--|------------|---|---|---|
| | | | | | D | C | B |
| 1,17 | 515 | Recaída da raiz | <p>É necessária uma transição suave.</p>  | 0,5 a 3 | $h \leq 0,2 \text{ mm} + 0,1 t$ | Irregularidade curta: $h \leq 0,1 t$ | Não permitido |
| | | | | > 3 | Irregularidade curta: $h \leq 0,2 t$, mas máx. 2 mm | Irregularidade curta: $h \leq 0,1 t$, mas máx. 1 mm | Irregularidade curta: $h \leq 0,05 t$, mas máx. 0,5 mm |
| 1,18 | 516 | Porosidade da raiz | Formação esponjosa da raiz da solda como resultado da formação de bolhas no metal de solda durante a solidificação (por exemplo, proteção insuficiente do gás da raiz) | $\geq 0,5$ | Permitido localmente | Não permitido | Não permitido |
| 1,19 | 517 | Erro de anexo | - | $\geq 0,5$ | Permitido. O limite depende do tipo de irregularidade que ocorre na reinicialização. | Não permitido | Não permitido |
| 1,20 | 5213 | Espessura de solda de filete muito pequena | <p>Não aplicável a processos com evidência de maior penetração</p>  | 0,5 a 3 | Irregularidade curta: $h \leq 0,2 \text{ mm} + 0,1 a$ | Irregularidade curta: $h \leq 0,2 \text{ mm}$ | Não permitido |
| | | | | > 3 | Irregularidade curta: $h \leq 0,3 \text{ mm} + 0,1 a$, mas máx. 2 mm | Irregularidade curta: $h \leq 0,3 \text{ mm} + 0,1 a$, mas máx. 1 mm | Não permitido |
| 1,21 | 5214 | Espessura de solda de filete muito grossa | A espessura real da costura do cordão de solda é muito grossa. | $\geq 0,5$ | Permitido | $h \leq 1 \text{ mm} + 0,2 a$, mas máx. 4 mm | $h \leq 1 \text{ mm} + 0,15 a$, mas máx. 3 mm |
| 1,22 | 601 | Ponto de ignição | - | $\geq 0,5$ | Permitido se as propriedades do material base não forem afetadas. | Não permitido | Não permitido |
| 1,23 | 602 | Respingos de solda | - | $\geq 0,5$ | A admissibilidade depende da aplicação, por ex., material bruto, proteção contra corrosão | | |

Tabela A.1 – (continuação) Limites para irregularidades

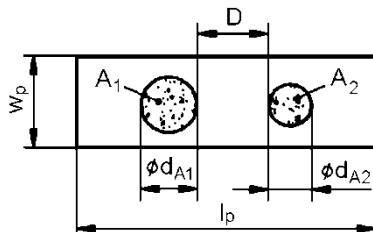
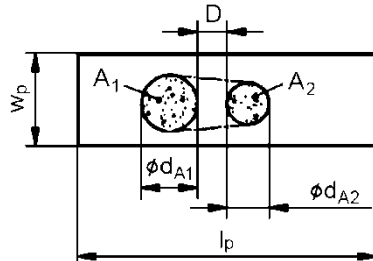
| Nº | Nº de série de acordo com ISO 6520-1 | Irregularidade Nomenclatura | Observações | t mm | Limites para irregularidades nos grupos de avaliação | | |
|----------------------------|--------------------------------------|---|--|-------------|--|--|--|
| | | | | | D | C | B |
| 2 Irregularidades internas | | | | | | | |
| 2.1 | 100 | Rachadura | Todos os tipos de trinca, exceto microrrachaduras e rachaduras de cratera final. | ≥ 0,5 | Não permitido | Não permitido | Não permitido |
| 2.2 | 1001 | Microrrachadura | Uma rachadura que geralmente só é visível ao microscópio. (50 x). | ≥ 0,5 | Permitido | A admissibilidade depende do tipo de material de base e, sobretudo, da suscetibilidade à fissuração. | |
| 2.3 | 2011 2012 | Poro Porosidade (igualmente distribuído) | As seguintes condições e limites para imperfeições devem ser atendidos; consulte também a DIN EN ISO 5817: 2014-06 Anexo B para informações: a1) Área máxima da imperfeição (incluindo imperfeição sistemática) em relação à área projetada NOTA: A porosidade na área da imagem depende do número de camadas (volume da solda) | ≥ 0,5 | Camada única: ≤ 2,5 % Várias camadas: ≤ 5 % | Camada única: ≤ 1,5 % Várias camadas: ≤ 3 % | Camada única: ≤ 1 % Várias camadas: ≤ 2 % |
| | | | a2) Grau máximo de irregularidade na área da seção transversal (incluindo irregularidade sistemática) relacionada à superfície fraturada (aplicável apenas na produção, soldadores ou qualificação de procedimentos) | ≥ 0,5 | ≤ 2,5 % | ≤ 1,5 % | ≤ 1 % |
| | | | b) Maior dimensão de um único poro para - Solda de topo - Solda de filete | ≥ 0,5 | d ≤ 0,4 s, mas máx. 5 mm d ≤ 0,4 a, mas máx. 5 mm | d ≤ 0,3 s, mas máx. 4 mm d ≤ 0,3 a, mas máx. 4 mm | d ≤ 0,2 s, mas máx. 3 mm d ≤ 0,2 a, mas máx. 3 mm |
| 2.4 | 2013 | Ninho poroso | <div><p>Caso 1 ($D > d_{A2}$)</p><p>Caso 2 ($D < d_{A2}$)</p></div> <p>A soma das diferentes áreas de poros ($A_1 + A_2 + \dots$) em relação à área de avaliação $l_p \times w_p$ (Caso 1).</p> <p>O comprimento de referência para l_p é 100 mm.</p> <p>Se D for menor que d_{A1} ou d_{A2}, o que for menor, o envelope que envolve as áreas de ninho de poros $A_1 + A_2$ deverá ser considerado uma área de irregularidade (Caso 2).</p> | | | | |

Tabela A.1 – (continuação) Limites para irregularidades

| Nº | Nº de série de acordo com ISO 6520-1 | Irregularidade Nomen-clatura | Observações | t | Limites para irregularidades nos grupos de avaliação | | |
|-----|--------------------------------------|-------------------------------------|--|--|--|---|---|
| | | | | mm | D | C | B |
| 2.4 | 2013 | Ninho poroso | <p>As seguintes condições e limites para imperfeições devem ser atendidos; consulte também a DIN EN ISO 5817: 2014-06 Apêndice A para informações:</p> <p>a) Dimensão máxima da soma da área projetada da imperfeição (incluindo imperfeição sistemática)</p> <p>b) Maior dimensão de um único poro para</p> <ul style="list-style-type: none"> - Solda de topo - Solda de filete | <p>≥ 0,5</p> <p>≥ 0,5</p> | <p>≤ 16 %</p> <p>d ≤ 0,4 s, mas máx. 4 mm d ≤ 0,4 a, mas máx. 4 mm</p> | <p>≤ 8 %</p> <p>d ≤ 0,3 s, mas máx. 3 mm d ≤ 0,3 a, mas máx. 3 mm</p> | <p>≤ 4 %</p> <p>d ≤ 0,2 s, mas máx. 2 mm d ≤ 0,2 a, mas máx. 2 mm</p> |
| 2.5 | 2014 | Linha de poros | <p>Caso 1 (D > d₂)</p> <p>Caso 2 (D < d₂)</p> <p>A soma das diferentes áreas de poros $\left(\frac{d_1^2 \cdot \pi}{4} + \frac{d_2^2 \cdot \pi}{4} + \dots \right)$ em relação à superfície de avaliação l_p x w_p (Caso 1).</p> <p>Se D for menor que o menor diâmetro de um poro adjacente, a área envolvente dos dois poros deverá ser tomada como a soma das irregularidades (Caso 2).</p> <p>As seguintes condições e limites para imperfeições devem ser atendidos; consulte também a DIN EN ISO 5817: 2014-06 Apêndice A para informações:</p> <p>a1) Grau máximo de irregularidade na superfície (incluindo irregularidade sistemática) relacionado à área projetada</p> <p>NOTA: A porosidade na área da imagem depende do número de camadas (volume da solda)</p> <p>a2) Dimensão máxima da área da seção transversal da imperfeição (incluindo imperfeição sistemática) relacionada à superfície fraturada (aplicável apenas em produção, soldador ou qualificação de procedimento)</p> <p>b) Maior dimensão de um único poro para</p> <ul style="list-style-type: none"> - Solda de topo - Solda de filete | <p>≥ 0,5</p> <p>≥ 0,5</p> <p>≥ 0,5</p> | <p>Camada única: ≤ 8 %</p> <p>Várias camadas: ≤ 16 %</p> <p>≤ 8 %</p> | <p>Camada única: ≤ 4 %</p> <p>Várias camadas: ≤ 8 %</p> <p>≤ 4 %</p> | <p>Camada única: ≤ 2 %</p> <p>Várias camadas: ≤ 4 %</p> <p>≤ 2 %</p> |

Tabela A.1 – (continuação) Limites para irregularidades

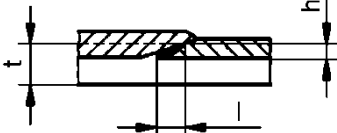
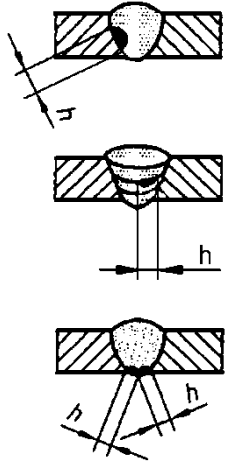
| Nº | Nº de série de acordo com ISO 6520-1 | Irregularidade Nomenclatura | Observações | t mm | Limites para irregularidades nos grupos de avaliação | | |
|------|--------------------------------------|--|--|--------------------|--|---|---|
| | | | | | D | C | B |
| 2.6 | 2015 2016 | Poros tubular do canal de gás | - Solda de topo | ≥ 0,5 | $h \leq 0,4 s$, mas máx. 4 mm $l \leq s$, mas máx. 75 mm | $h \leq 0,3 s$, mas máx. 3 mm $l \leq s$, mas máx. 50 mm | $h \leq 0,2 s$, mas máx. 2 mm $l \leq s$, mas máx. 25 mm |
| | | | - Solda de filete | ≥ 0,5 | $h \leq 0,4 a$, mas máx. 4 mm $l \leq a$, mas máx. 75 mm | $h \leq 0,3 a$, mas máx. 3 mm $l \leq a$, mas máx. 50 mm | $h \leq 0,2 a$, mas máx. 2 mm $l \leq a$, mas máx. 25 mm |
| 2.7 | 202 | Cavidades | - | ≥ 0,5 | Pequena imperfeição permitida, mas não na superfície - Soldas de topo: $h \leq 0,4 s$, mas máx. 4 mm - Soldas de filete: $h \leq 0,4 a$, mas máx. 4 mm | Não permitido | Não permitido |
| 2.8 | 2024 | Cavidades da cratera final |  A maior das dimensões h ou l é medida | 0,5 a 3 > 3 | h ou $l \leq 0,2 t$ h ou $l \leq 0,2 t$, mas máx. 2 mm | Não permitido | Não permitido |
| 2.9 | 300 301 302 303 | Inclusão sólida Inclusão de escória Inclusão de fluxo Inclusão de óxido | - Solda de topo | ≥ 0,5 | $h \leq 0,4 s$, mas máx. 4 mm $l \leq s$, mas máx. 75 mm | $h \leq 0,3 s$, mas máx. 3 mm $l \leq s$, mas máx. 50 mm | $h \leq 0,2 s$, mas máx. 2 mm $l \leq s$, mas máx. 25 mm |
| | | | - Solda de filete | ≥ 0,5 | $h \leq 0,4 a$, mas máx. 4 mm $l \leq a$, mas máx. 75 mm | $h \leq 0,3 a$, mas máx. 3 mm $l \leq a$, mas máx. 50 mm | $h \leq 0,2 a$, mas máx. 2 mm $l \leq a$, mas máx. 25 mm |
| 2,10 | 304 | Inclusão metálica exceto cobre | - Solda de topo | ≥ 0,5 | $h \leq 0,4 s$, mas máx. 4 mm | $h \leq 0,3 s$, mas máx. 3 mm | $h \leq 0,2 s$, mas máx. 2 mm |
| | | | - Solda de filete | ≥ 0,5 | $h \leq 0,4 a$, mas máx. 4 mm | $h \leq 0,3 a$, mas máx. 3 mm | $h \leq 0,2 a$, mas máx. 2 mm |
| 2,11 | 3042 | Inclusão de cobre | - | ≥ 0,5 | Não permitido | Não permitido | Não permitido |
| 2,12 | 401 4011 4012 4013 | Erro de ligação (ligação incompleta) Erro de ligação de flanco Erro de ligação de dobra Erro de ligação de raiz |  | ≥ 0,5 | Irregularidade curta permitida. - Soldas de topo: $h \leq 0,4 s$, mas máx. 4 mm - Soldas de filete: $h \leq 0,4 a$, mas máx. 4 mm | Não permitido | Não permitido |

Tabela A.1 – (continuação) Limites para irregularidades

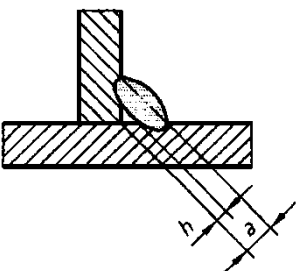
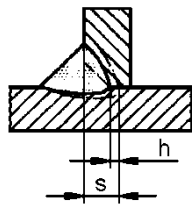
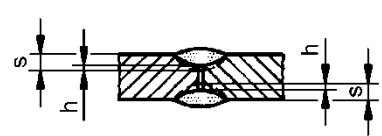
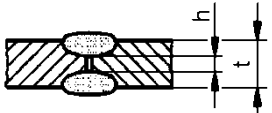
| Nº | Nº de série de acordo com ISO 6520-1 | Irregularidade Nomenclatura | Observações | t mm | Limites para irregularidades nos grupos de avaliação | | |
|------|--------------------------------------|--------------------------------------|---|-------------|--|---|---------------|
| | | | | | D | C | B |
| 2,13 | 402 | Soldagem por penetração insuficiente |  <p>Junta em T (soldadura de filete)</p> | > 0,5 | Irregularidade curta: $h \leq 0,2 a$, mas máx. 2 mm | Não permitido | Não permitido |
| | | |  <p>Junta em T (não totalmente soldada)</p>  <p>Junta de topo (não totalmente penetrada)</p> | ≥ 0,5 | Irregularidade curta: - Junta de topo: $h \leq 0,2 s$, mas máx. 2 mm - Junta em T: $h \leq 0,2 a$, mas máx. 2 mm | Irregularidade curta: - Solda de topo: $h \leq 0,1 s$, mas máx. 1,5 mm - Solda de filete: $h \leq 0,1 a$, mas máx. 1,5 mm | Não permitido |
| | | |  <p>Junta de topo (soldada)</p> | ≥ 0,5 | Irregularidade curta: $h \leq 0,2 t$, mas máx. 2 mm | Não permitido | Não permitido |

Tabela A.1 – (continuação) Limites para irregularidades

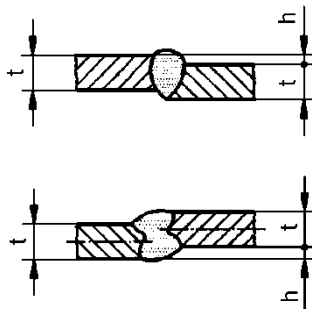
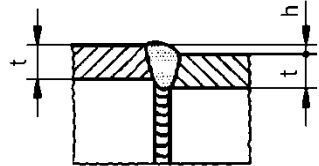
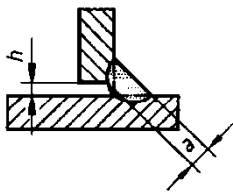
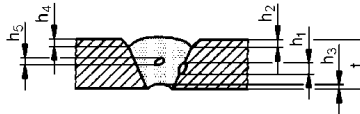
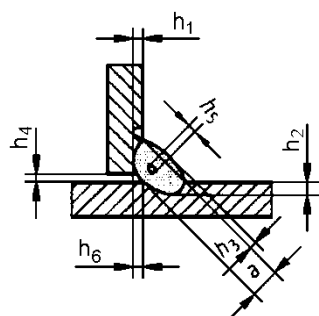
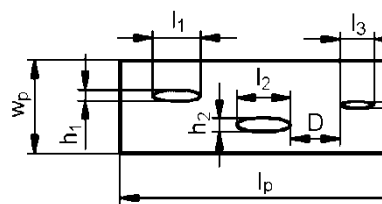
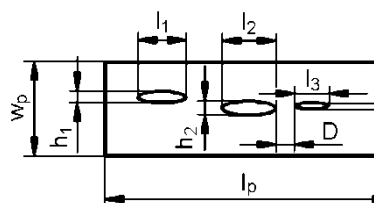
| Nº | Nº de série de acordo com ISO 6520-1 | Irregularidade Nomen-clatura | Observações | t | Limites para irregularidades nos grupos de avaliação | | |
|---|--------------------------------------|-------------------------------------|--|------------------------------|--|--|--|
| | | | | mm | D | C | B |
| 3 Irregularidades na geometria da costura | | | | | | | |
| 3.1 | 507 | Deslocament o de borda | Os valores limite para os desvios referem-se à posição correta. A menos que especificado de outra forma, a localização adequada é quando as linhas centrais coincidem. t refere-se à menor espessura.  | 0,5 a 3 | $h \leq 0,2 \text{ mm} + 0,25 t$ | $h \leq 0,2 \text{ mm} + 0,15 t$ | $h \leq 0,2 \text{ mm} + 0,1 t$ |
| | | | | > 3 | $h \leq 0,25 t$, mas máx. 5 mm | $h \leq 0,15 t$, mas máx. 4 mm | $h \leq 0,1 t$, mas máx. 3 mm |
| | | |  | ≥ 0,5 | $h \leq 0,5 t$, mas máx. 4 mm | $h \leq 0,5 t$, mas máx. 3 mm | $h \leq 0,5 t$, mas máx. 2 mm |
| | | | | Figura B: Soldas periféricas | | | |
| 3.2 | 617 | Ajuste ruim em soldas de filete | Um espaço entre as peças que estão sendo unidas. Em casos especiais, folgas que excedam o valor limite permitido podem ser compensadas aumentando a espessura da solda de filete.  | 0,5 a 3 | $h \leq 0,5 \text{ mm} + 0,1 a$ | $h \leq 0,3 \text{ mm} + 0,1 a$ | $h \leq 0,2 \text{ mm} + 0,1 a$ |
| | | | | > 3 | $h \leq 1 \text{ mm} + 0,3 a$, mas máx. 4 mm | $h \leq 0,5 \text{ mm} + 0,2 a$, mas máx. 3 mm | $h \leq 0,5 \text{ mm} + 0,1 a$, mas máx. 2 mm |
| | | | | | | | |

Tabela A.1 – (continuação) Limites para irregularidades

| Nº | Nº de série de acordo com ISO 6520-1 | Irregularidade Nomenclatura | Observações | t mm | Limites para irregularidades nos grupos de avaliação | | |
|--------------------------|--------------------------------------|---|--|-------------------------|---|--|---|
| | | | | | D | C | B |
| 4 Várias irregularidades | | | | | | | |
| 4.1 | Nenhum | Várias irregularidades em qualquer seção transversal ^{a)} |  $h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 = \sum h$  $h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 = \sum h$ | 0,5 até 3 > 3 | Não permitido Nível total máximo de irregularidades $\sum h \leq 0,4 t$ ou $\leq 0,25 a$ | Não permitido Nível total máximo de irregularidades $\sum h \leq 0,3 t$ ou $\leq 0,2 a$ | Não permitido Nível total máximo de irregularidades $\sum h \leq 0,2 t$ ou $\leq 0,15 a$ |
| 4.2 | Nenhum | Área da imagem ou área de seção transversal na direção longitudinal | <p>Caso 1 ($D > l_3$)</p>  $h_1 \times l_1 + h_2 \times l_2 + h_3 \times l_3 = \sum h \times l$ <p>Caso 2 ($D < l_3$)</p>  $h_1 \times l_1 + h_2 \times l_2 + \left(\frac{h_2 + h_3}{2} \right) \times l_3 = \sum h \times l$ <p>A soma das superfícies $\sum h \times l$ deve ser calculada como porcentagem da área de avaliação $l_p \times w_p$ (Caso 1).</p> <p>Se D for menor que o menor comprimento de uma das imperfeições adjacentes, a conexão total de 2 imperfeições deve ser tomada como a soma das imperfeições (Caso 2).</p> <p>NOTA: Para obter informações, consulte também a DIN EN ISO 5817:2014-06, Apêndice A</p> | $\geq 0,5$ | $\sum h \times l \leq 16 \%$ | $\sum h \times l \leq 8 \%$ | $\sum h \times l \leq 4 \%$ |

a) consulte o Anexo A (normativo)

^{a)} consulte o Anexo A (normativo)

Anhang B (informativo) Representação gráfica de juntas soldadas

B.1 Especificações de desenho de símbolos de soldagem

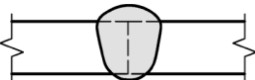

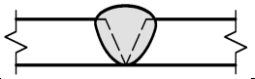




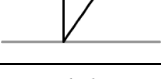
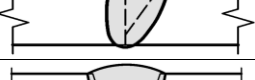
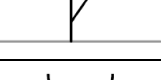
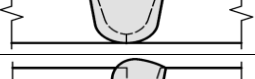
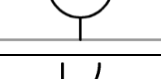
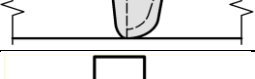
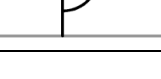
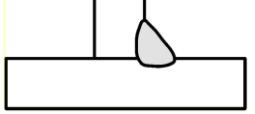
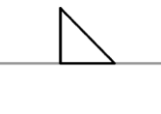
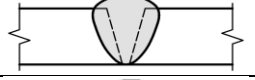

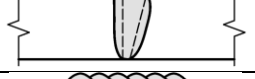

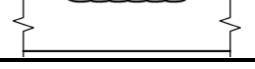

Os símbolos de solda a seguir são mostrados de acordo com a DIN EN ISO 2553:2019-12.

B.1.1 Símbolos básicos para tipos de costura

Os diferentes tipos de costura são identificados por um símbolo que geralmente é semelhante à costura que está sendo feita. Os símbolos identificam forma, preparação e execução da costura; consulte a Tabela B.1. O símbolo não determina o procedimento a ser seguido. Se necessário, são aplicadas combinações de símbolos básicos.

Exemplos típicos são apresentados na Tabela B.2.

Tabela B.1 – Símbolos básicos (extraído da DIN EN ISO 2553:2019-12)

| Nº | Marcação | Representação da costura (as linhas tracejadas indicam a preparação da costura antes da soldagem) | Símbolo ^{a)} |
|----|---|--|---|
| 1 | Costura em I ^{b)} |  |  |
| 2 | Costura em V ^{b)} |  |  |
| 3 | Costura em Y ^{b)} |  |  |
| 4 | Costura HV ^{b)} |  |  |
| 5 | Costura HY ^{b)} |  |  |
| 6 | Costura em U ^{b)} |  |  |
| 7 | Costura HU; Costura em J ^{b)} |  |  |
| 10 | Cordão de solda |  |  |
| 17 | Costura lateral inclinada ^{b)} |  |  |
| 18 | Costura semi-inclinada ^{b)} |  |  |
| 21 | Revestimento duro |  |  |

^{a)} A linha cinza não faz parte do símbolo. Mostra a posição da linha de referência.
^{b)} As soldas de topo são soldadas se as dimensões no símbolo de soldagem ou referência a outros lugares, por exemplo, o WPS, salvo indicação em contrário

Tabela B.2 – Combinação de símbolos básicos (extraído da DIN EN ISO 2553:2019-12)

| Nº | Marcação | Representação da costura ^{a)} | Símbolo ^{b)} |
|---|--|--|-----------------------|
| 1 | Costura em V dupla (costura DV) | | |
| 2 | Costura HV dupla (costura DHV) | | |
| 3 | Costura em U dupla (costura DU) | | |
| 4 | Costura HY dupla com solda de filete (Costura DHY com solda de filete) | | |
| ^{a)} As costuras podem ser soldadas ou não soldadas, o que deve ser indicado pelas dimensões no símbolo de soldagem ou por referência a outros locais, por exemplo, o WPS. ^{b)} A linha cinza não faz parte do símbolo. Mostra a posição da linha de referência. | | | |

B.1.2 Símbolos adicionais

Os símbolos básicos podem ser complementados com um símbolo que descreve a forma da superfície ou a execução da costura. Se não há símbolo adicional, isso significa que a forma da superfície deve estar dentro da qualidade de costura especificada. Não é permitida uma combinação de mais de dois símbolos adicionais. Para símbolos adicionais, símbolos suplementares e exemplos de aplicação, consulte a Tabela B.3.

Tabela B.3 – Símbolos adicionais (extraído da DIN EN ISO 2553:2019-12)

| Nº | Nomenclatura | Símbolo ^{a)} | Exemplo de aplicação ^{a)} | Representação da costura |
|----|---|-----------------------|------------------------------------|--------------------------|
| 1 | Nivelado (plano pós-processado) ^{b)} | | | |
| 2 | Convexo (curvo) ^{b)} | | | |
| 3 | Côncavo (oco) ^{b)} | | | |
| 4 | Transições de costura sem entalhe ^{c)} | | | Nenhum exemplo |
| 5 | a) Posição da tampa ^{d)} (realizado após a costura em V) | | | |
| | b) Posição oposta ^{d)} (realizado antes da costura em V) | | | |
| 7a | Proteção da poça de fusão (não especificado) | | | |
| 7b | Proteção da poça de fusão restante ^{e)} | | | |
| 7c | Removível/não proteção da poça de fusão restante ^{e)} | | | |

Tabela B.3 (continuação) – Símbolos adicionais (extraído da DIN EN ISO 2553:2019-12)

| Nº | Nomenclatura | Símbolo ^{a)} | Exemplo de aplicação ^{a)} | Representação da costura |
|----|--|-----------------------|------------------------------------|--------------------------|
| 10 | Costura em toda a volta | | | |
| 12 | Costura do local | | | Nenhum exemplo |
| - | Costura de montagem de oficina ^{f)} | | | Nenhum exemplo |

^{a)} A linha cinza não faz parte do símbolo; ela é desenhada para indicar a posição do símbolo em relação à linha de referência e linha de seta, ou apenas a linha de seta.

^{b)} Para soldas para as quais são necessárias superfícies quase niveladas ou curvas sem acabamento pós-soldagem, o uso do símbolo adicional para soldas niveladas ou curvas deve ser especificado. Para soldas que devem ter acabamento nivelado ou curvado após a soldagem, ou que precisam ter uma superfície plana, mas não nivelada, são necessárias informações adicionais, por exemplo, inserir uma anotação no garfo do símbolo de soldagem. Outros símbolos da ISO 1302 podem ser usados para especificar o acabamento da superfície.

^{c)} As transições de costura devem estar livres de entalhes devido à soldagem ou tratamento de superfície. Os detalhes de execução podem ser especificados nas instruções de trabalho ou no WPS.

^{d)} A sequência da solda de filete pode ser indicada no desenho, por exemplo, usando várias linhas de referência, adicionando uma nota ao garfo do símbolo de soldagem ou fazendo referência a uma especificação de procedimento de soldagem.

^{e)} M = o material permanece como parte da junta soldada acabada;
MR = o material deve ser removido após a soldagem.
Mais informações sobre o material podem ser dadas no garfo ou em outro local.

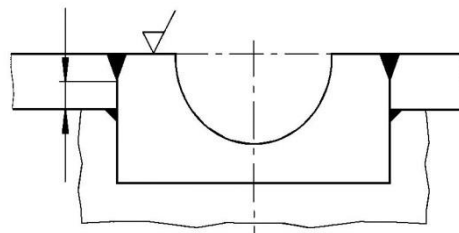
^{f)} Especificação adicional do SMS conforme a DIN EN ISO 2553, uma costura de montagem em oficina é uma costura de solda que é soldada durante a montagem em oficina

B.2 Tipos de representação em desenhos

As costuras de solda são mostradas de acordo com a norma DIN EN ISO 2553:2019-12. A representação simbólica é preferida à representação seccional.

B.2.2 Soldas com usinagem posterior

No caso de usinagem posterior, a profundidade da solda de filete é medida do lado oposto da área ainda a ser usinada; consulte a Figura B.3. Isso garante que a profundidade de costura desejada seja alcançada após o processamento. Se as costuras de solda estiverem marcadas com os símbolos da DIN EN ISO 2553, a profundidade da costura especificada deverá ser garantida após o processamento.



B.2.3 Revestimento duro

Para soldagem de sobreposição, consulte SN 402.

Figura B.3 – Especificação de desenho

B.2.4 Soldas de filete

Para soldas de filete, um triângulo enegrecido ou um símbolo (consulte as Seções B.1.1 e B.1.2) é inserido nas juntas de solda das peças soldadas, na seção ou na vista da peça soldada. Todas as soldas de filete devem ser executadas como costuras contínuas sem interrupção.

B.2.5 Soldas de topo, soldas parcialmente e totalmente afundadas

Soldas de topo, soldas parcial e totalmente afundadas são mostradas em desenhos em corte ou na vista com símbolos (consulte a Seção B.1.1 e B.1.2) e a profundidade da solda s.

B.2.6 Soldas em tubulações

A pressão de trabalho da tubulação é inserida nos desenhos. Símbolos (ver seções B.1.1 e B.1.2) ou informações de acordo com a Tabela 5 são inseridos apenas em casos excepcionais.

B.3 Especificação do desenho dos números de referência

B.3.1 Sinal de referência

A estrutura do número de referência (sistema A, de acordo com a DIN EN ISO 2553:2019-12) e as informações sobre o número de referência são mostradas na Figura B.4.

Estrutura do número de referência:

- 1 = junta de solda
- 2 = Linha de seta
- 3a = linha de referência (linha sólida)
- 3b = linha de referência (linha tracejada)
- 4 = Forquilha para informações adicionais (a ser desenhado apenas se for dada informação)

Informações sobre o número de referência:

- ① = dimensões principais da espessura da costura
- ② = símbolo
- ③ = medidas do comprimento da costura
- ④ = Informações sobre o processo de soldagem, grupo de avaliação, posição de soldagem material de enchimento

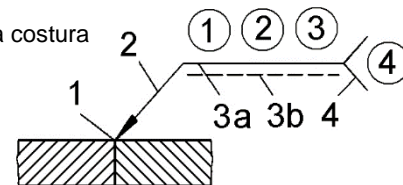


Figura B.4 – Sinal de referência

B.3.2 Posição do símbolo em relação à linha de referência

O símbolo é colocado acima ou abaixo da linha de referência:

- se o símbolo for colocado no lado da linha de referência sólida, a costura estará no lado da seta da junta, consulte a Figura B.5; se o símbolo for colocado no lado da linha de referência tracejada, então a costura estará no lado oposto da junta, consulte a Figura B.6
- a linha tracejada é omitida para costuras simétricas, veja a Figura B.7.

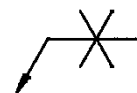
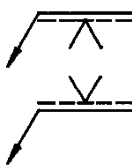
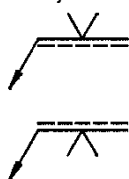


Figura B.5 – Lado da seta da costura

Figura B.6 – Lado oposto da costura

Figura B.7 – Costura simétrica

B.3.3 Posição e relação entre a linha de seta e a junta

O lado da junta apontado pela linha de seta é o lado da seta. O outro lado da junta é o lado oposto. A linha de seta aponta preferencialmente para a "superfície superior da peça de trabalho". Os exemplos na Figura B.8 e na Figura B.9 explicam os termos.

No caso de costuras de topo assimétricas, a linha de seta é sempre direcionada para o flanco da junta não vertical, ou seja, para a peça de trabalho a ser preparada para uma junta. Consulte a Figura B.12b para obter um exemplo.

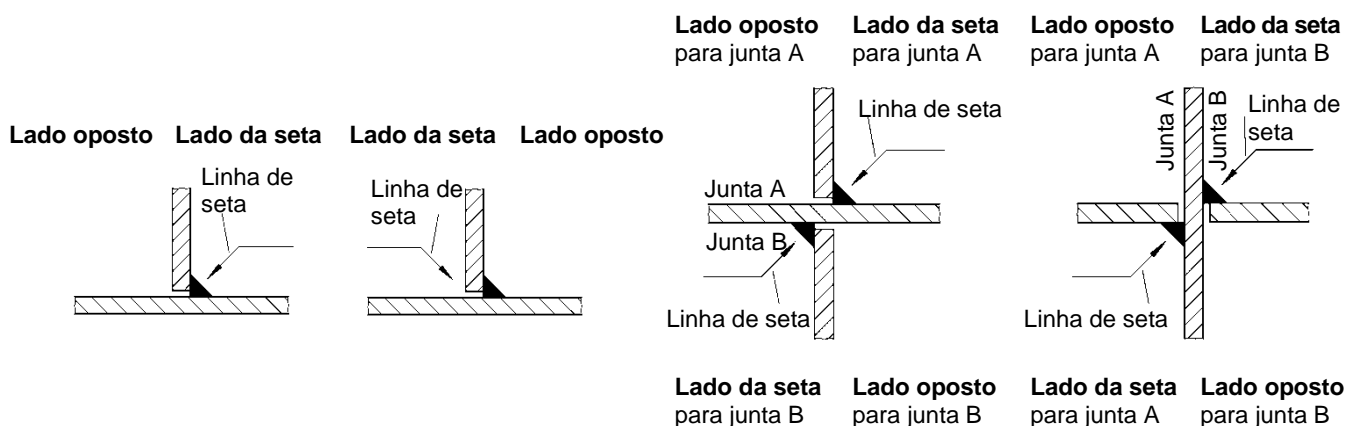


Figura B.8 – Junta em T com solda de filete

Figura B.9 – Junta em T dupla com duas soldas de filete

B.3.4 Exemplos de aplicação

As soldas de filete são mostradas nas Figuras B.10 e B.11, as soldas de topo são mostradas nas Figuras B.12a e B.12b. Outros exemplos de aplicação podem ser encontrados na DIN EN ISO 2553:2019-12.

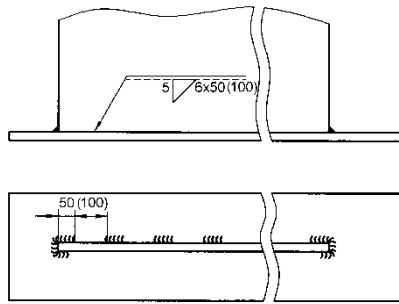


Figura B.10 – Solda de filete interrompida

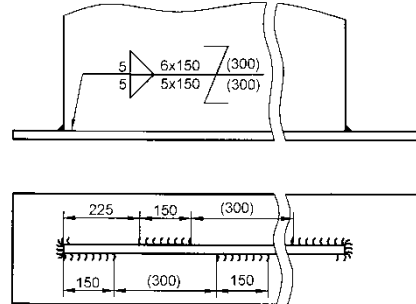
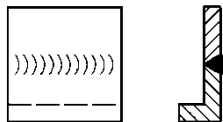


Figura B.11 – Solda de filete interrompida alternada

Representação gráfica



Representação simbólica

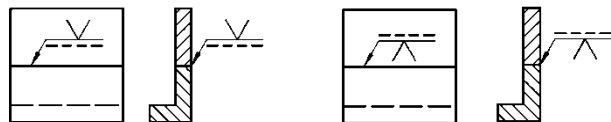


Figura B.12a – Exemplo 1, solda de topo

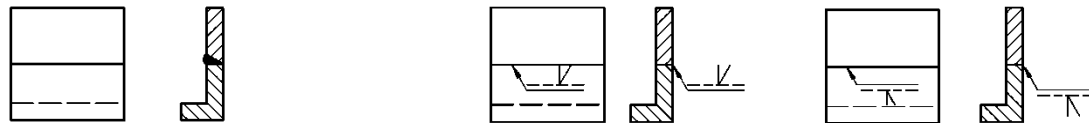


Figura B.12b – Exemplo 2, solda de topo

Anhang C (informativo) Processo de soldagem

Os processos de soldagem e seus processos individuais atribuídos de acordo com a norma DIN EN ISO 4063:2011-03:

- 11 Soldagem a arco de metal sem proteção de gás;
 - 111 Soldagem a arco de metal manual $\hat{=}$ E;
- 12 Soldagem por arco submerso;
- 13 Soldagem por arco de metal e gás;
 - 135 Soldagem ativa de gás de metal com eletrodo de arame sólido $\hat{=}$ MAG;
 - 136 Soldagem ativa de gás de metal com eletrodo de arame preenchido com fluxo;
- 14 Soldagem por arco de tungstênio;
 - 141 Soldagem a gás inerte de tungstênio com fio sólido ou enchimento de haste sólida; Soldagem TIG;
- 15 Soldagem a plasma;
- 31 Soldagem a gás com chama de gás combustível oxigênio (somente para aço);
- 72 Soldagem por eletroescória;

Referências

| | |
|---|---|
| DIN EN 1090-1 | Execução de estruturas de aço e estruturas de alumínio - Parte 1: Procedimento para atestado de conformidade para componentes de suporte de carga |
| DIN EN ISO 3834-1:2006-03 | Requisitos de qualidade para soldagem por fusão de materiais metálicos - Parte 1: Critérios para selecionar o nível apropriado de requisitos de qualidade |
| DIN EN ISO 3834-2:2006-03 | Requisitos de qualidade para soldagem por fusão de materiais metálicos - Parte 2: Requisitos de qualidade abrangentes |
| DIN EN ISO 3834-4:2006-03 | Requisitos de qualidade para soldagem por fusão de materiais metálicos - Parte 4: Requisitos elementares de qualidade |
| 305/11/EUV | Regulamento que estabelece condições harmonizadas para a comercialização de produtos de construção e que revoga a Diretiva 89/106/CEE do Conselho |
| 2014/68/EU | Diretiva 2014/68/UE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 15 de maio de 2014, sobre a harmonização das leis dos Estados-Membros relativas à disponibilização no mercado de equipamentos sob pressão |
| WHG | Lei de Gestão da Água |

Alterações

As seguintes alterações foram feitas em relação à [SN 200-4:2016-05](#):

| | |
|-----------------------|--|
| Alterações editoriais | Nova introdução adicionada Atualização de referências normativas; |
| Seção 3 | Completamente revisada. Requisitos para a empresa de soldagem definidos de acordo com os requisitos, conforme a norma DIN EN ISO 3834-3 |
| Seção 5.2 | Adicionada a necessidade de ajuste de raios de placas de reforço que são rebaixados, de acordo com a Tabela 3 |
| Seção 7.1 | Certificado de inspeção 3.1 removido, substituído por diagrama e relatório de tratamento térmico |
| Seção 9.1 | Adicionada a necessidade de observância e do cumprimento das especificações da DIN EN ISO 17635 antes do teste ser realizado; Texto da Seção 9.4 "...Se não houver reclamações, o escopo de teste exigido poderá ser reduzido após consulta prévia e aprovação por escrito do controle de qualidade do SMS group. Se houver alguma reclamação, o representante de aceitação do SMS group poderá estender o escopo de teste em até 100%..."; |
| Seção 9.2 | Na Tabela 10, o escopo do teste de ultrassom para o grupo de avaliação D foi removido; |
| Seção 9.4 | Adicionado para pontos de fixação, tabela 12 criada; |
| Seção 9.5 | ISO 10474:2013 , DIN EN ISO 17636 e DIN EN ISO 19879 adicionadas; |

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 200-4:2016-05