

Especificação Técnica

SOLDADURA DE TUBAGENS EM POLIETILENO

ET 605

Revisão n.º 3 | 10 de abril de 2023



portgas

| | | |
|---|---|----------------|
|  | Especificação Técnica | ET 605 |
| | SOLDADURA DE TUBAGENS EM POLIETILENO | Revisão n.º 3 |
| | | 2023-04-10 |
| | | Página 2 de 20 |

Índice

| | |
|---|----------|
| Registo das revisões | 3 |
| Classificação da informação | 3 |
| Distribuição do documento | 3 |
| Preâmbulo | 4 |
| 1. Objetivo | 4 |
| 2. Âmbito | 4 |
| 3. Referências | 4 |
| 3.1. Referências externas..... | 4 |
| 3.2. Referências internas | 6 |
| 4. Definições / Siglas..... | 6 |
| 5. Qualidade, Ambiente e Segurança em obra | 7 |
| 6. Responsabilidades | 8 |
| 7. Soldadura: definições e princípios | 8 |
| 7.1. Processos de soldadura | 8 |
| 7.1.1. Soldadura Topo a Topo com interface de aquecimento | 8 |
| 7.1.2. Eletrossoldadura | 8 |
| 7.2. Qualificação de soldadores | 8 |
| 7.3. Materiais | 9 |
| 7.4. Especificações e procedimentos de soldadura | 9 |
| 7.5. Equipamentos de soldadura | 10 |
| 7.5.1. Generalidades | 10 |
| 7.5.2. Certificação dos aparelhos de soldadura..... | 10 |
| 7.6. Execução da soldadura | 10 |
| 7.6.1. Generalidades | 10 |
| 7.6.2. Soldadura topo a topo com interface de aquecimento | 11 |
| 7.6.3. Eletrossoldadura | 16 |
| 7.6.4. Registo das soldaduras..... | 20 |

| | | |
|---|---|----------------|
|  | Especificação Técnica | ET 605 |
| | SOLDADURA DE TUBAGENS EM POLIETILENO | Revisão n.º 3 |
| | | 2023-04-10 |
| | | Página 3 de 20 |

Registo das revisões

| Nº da revisão | Data | Motivo |
|---------------|------------|--|
| 0 | 2006-12-20 | Redação inicial. |
| 1 | 2012-12-11 | Revisão geral. |
| 2 | 2018-12-20 | Revisão geral. |
| 3 | 2023-04-10 | Revisão geral levada a cabo pela IDOM Consulting, Engineering, Architecture, SAU |

Classificação da informação

| | | | | | | | |
|---------------------|--------------------------|-----------------|--------------------------|--------------------|--------------------------|----------------|-------------------------------------|
| Confidencial | <input type="checkbox"/> | Restrita | <input type="checkbox"/> | Uso interno | <input type="checkbox"/> | Pública | <input checked="" type="checkbox"/> |
|---------------------|--------------------------|-----------------|--------------------------|--------------------|--------------------------|----------------|-------------------------------------|

Distribuição do documento

| | |
|---------|--|
| Externa | Adjudicatários <input checked="" type="checkbox"/> Habilitados para Loteamentos <input checked="" type="checkbox"/> Internet <input checked="" type="checkbox"/> Outros <input type="checkbox"/> |
| Interna | CA <input type="checkbox"/> AT <input checked="" type="checkbox"/> ACR <input checked="" type="checkbox"/> |
| | AT-ED <input type="checkbox"/> AT-EX <input type="checkbox"/> AT-GE <input type="checkbox"/> AT-MS <input type="checkbox"/> |
| | ACR-DC <input type="checkbox"/> ACR-GC <input type="checkbox"/> ACR-RD <input type="checkbox"/> |
| Nominal | < nome, função, cargo > |

| | |
|--|---|
| Legenda: | |
| CA: Conselho de Administração | ACR: Área Clientes e Redes |
| AT: Área Técnica | ACR-DC: Área Clientes e Redes - Desenvolvimento Comercial |
| AT-ED: Área Técnica - Engenharia e Desenvolvimento | ACR-GC: Área Clientes e Redes - Grande Consumo |
| AT-EX: Área Técnica - Exploração | ACR-RD: Área Clientes e Redes - Redes |
| AT-GE: Área Técnica - Gestão de Energia | |
| AT-MS: Área Técnica - Manutenção e Sistemas | |

| | | |
|---|--------------------|------------------|
| Elaborado: | Verificado: | Aprovado: |
| Carlos Correia | Ricardo Moreira | Rui Bessa |
| A aprovação deste documento formalizada nesta página, prevalece sobre a totalidade do seu conteúdo. | | |

| | | |
|---|---|----------------|
|  | Especificação Técnica | ET 605 |
| | SOLDADURA DE TUBAGENS EM POLIETILENO | Revisão n.º 3 |
| | | 2023-04-10 |
| | | Página 4 de 20 |

Preâmbulo

No âmbito do “Programa H2 REN” destinado a adaptar as especificações técnicas à preparação dos ativos para receber hidrogénio até 100%, a Portgás identificou este normativo para ser objeto de avaliação e consequente revisão.

A revisão agora apresentada resulta do trabalho conduzido pela IDOM Consulting, Engineering, Architecture, SAU, que introduziu as alterações necessárias à especificação de forma a assegurar que a “Soldadura de tubagens em polietileno” executada nos termos desta especificação assegura que a infraestrutura está preparada para receber hidrogénio.

Esta revisão da ET 605 anula e substitui a revisão anterior, de 20 de dezembro de 2018, sendo aconselhável a leitura integral desta especificação técnica para uma correta aplicação das suas disposições.

Deve ser atribuído a esta especificação técnica, o estatuto de norma Portgás onde se estabelecem as regras a seguir para alcançar o objetivo discriminado.

1. Objetivo

A presente especificação técnica de construção, estabelece e define os requisitos, normas e condições técnicas aplicáveis bem como os critérios de avaliação a satisfazer, na execução das soldaduras em tubagens e acessórios de polietileno, utilizados nas redes de distribuição de gases combustíveis.

2. Âmbito

Esta Especificação Técnica aplica-se às soldaduras de tubagens e acessórios de polietileno utilizadas na construção, conservação e renovação de redes de distribuição de gases combustíveis e classificadas de acordo com o Despacho 806-B/2022.

Dadas as características mecânicas do polietileno, a sua utilização para transporte de hidrogénio está limitada a redes de baixa pressão, pressão máxima admissível de 4 bar.

3. Referências

Todos os documentos não datados devem ser considerados na sua última versão.

3.1. Referências externas

Despacho n.º 806-B/2022, de 19 de janeiro

“Regulamento da Rede Nacional de Distribuição de Gás.”

Decreto-Lei n.º 97/2017 de 10 de agosto

Estabelece o regime das instalações de gases combustíveis em edifícios.

| | | |
|---|---|----------------|
|  | Especificação Técnica | ET 605 |
| | SOLDADURA DE TUBAGENS EM POLIETILENO | Revisão n.º 3 |
| | | 2023-04-10 |
| | | Página 5 de 20 |

Lei 15/2015, de 16 de fevereiro

Estabelece os requisitos de acesso e exercício da atividade das entidades e profissionais que atuam na área dos gases combustíveis, dos combustíveis e de outros produtos petrolíferos, conformando-o com a disciplina da Lei n.º 9/2009, de 4 de março, e do DL n.º 92/2010, de 26 de julho, que transpuseram as Diretivas n.ºs 2005/36/CE, de 7 de setembro, relativa ao reconhecimento das qualificações profissionais, e 2006/123/CE, de 12 de dezembro, relativa aos serviços no mercado interno, e procede à quinta alteração ao DL n.º 267/2002, de 26 de novembro.

NP EN 1555-5

“Sistemas de tubagens de plástico para abastecimento de combustíveis gasosos. Polietileno (PE). Parte 5: Aptidão ao uso do sistema.”

EN 13067

“Plastics welding personnel. Approval testing of welders – Thermoplastics welded assemblies.”

EN 13100-1

“Nondestructive testing of welded joints of thermoplastics semi-finished products – Part 1: Visual examination.”

EN 12814-1

“Testing of welded joints of thermoplastics semi-finished products – Part 1: Bend test.”

DVS 2202-1

“Imperfections in thermoplastic welding joints; features, descriptions, evaluation.”

DVS 2207-1

“Welding of thermoplastics heated tool welding of pipes, pipeline components and sheets made of PE-HD.”

ISO 13954

“Plastics pipes and fittings – Peel decohesion test for polyethylene (PE) electrofusion assemblies of nominal outside diameter greater than or equal to 90 mm.”

ISO 12176-1

“Plastics pipes and fittings -- Equipment for fusion jointing polyethylene systems -- Part 1: Butt fusion”

ISO 12176-2

“Plastics pipes and fittings -- Equipment for fusion jointing polyethylene systems -- Part 2: Electrofusion”

DS/INF 70-2

“Plastic pipes – Butt fusion of polyolefin pipe systems – Fusion methodology.”

| | | |
|---|---|----------------|
|  | Especificação Técnica | ET 605 |
| | SOLDADURA DE TUBAGENS EM POLIETILENO | Revisão n.º 3 |
| | | 2023-04-10 |
| | | Página 6 de 20 |

WIS 4-32-08

“Specification for the fusion jointing of polyethylene pressure pipeline systems using PE80 and PE100 materials.”

3.2. Referências internas

ET 301 – “Tubagens de Polietileno para Gás”

ET 302 – “Acessórios de polietileno para Gás”

ET 651 – “Ensaios de resistência mecânica e de estanquidade: Rede de distribuição – rede secundária”

ET 1105 – “Equipamentos de proteção individual”

ET 1106 – “Diretrizes de qualidade, ambiente e segurança nas operações”.

ET 1126 – “Regulamento: Requisitos de Qualidade, Ambiente e Segurança para contratos específicos da infraestrutura”

4. Definições / Siglas

Soldador qualificado

Soldador credenciado pela DGGE nos termos do Lei n.º 15/2015 - Diário da República n.º 32/2015, Série I de 16 de fevereiro de 2015, e qualificado, segundo a norma EN 13067 por Entidade Inspetora Oficialmente reconhecida.

Soldadura topo a topo

É um processo em que a ligação entre os elementos a soldar é conseguida através do contacto controlado, entre as extremidades a ligar, após o seu aquecimento. As variáveis do processo são: temperatura, pressão e tempo.

Eletrossoldadura

É um processo de soldadura que utiliza acessórios do mesmo material dos elementos a soldar (acessórios electrossoldáveis), os quais têm incorporadas, internamente, resistências elétricas, que submetidas a uma tensão elétrica, em condições bem definidas, aquece os elementos a soldar a uma temperatura que torna possível a ligação.

Coordenador de segurança em obra (CSO)

Pessoa singular ou coletiva que executa, durante a realização da obra, as tarefas de coordenação em matéria de segurança e saúde previstas no presente documento.

| | | |
|---|---|----------------|
|  | Especificação Técnica | ET 605 |
| | SOLDADURA DE TUBAGENS EM POLIETILENO | Revisão n.º 3 |
| | | 2023-04-10 |
| | | Página 7 de 20 |

Empreiteiro

Entidade credenciada como Entidade Instaladora, pela Direcção-Geral de Energia e Geologia (DGEG), com organização de pessoal, competência e idoneidade para assegurar, segundo os critérios estabelecidos, a execução dos trabalhos intrínsecos à construção, manutenção e intervenção em infraestruturas de gás.

Gestor de construção

Colaborador da Portgás, ao qual é atribuída a competência de gerir os trabalhos referentes a um determinado contrato.

Inspeção

Entidade acreditada como Entidade Inspetora pelo Instituto Português de Acreditação (IPAC), que tem por missão assegurar a conformidade dos trabalhos executados por terceiros para a Portgás, respeitando e fazendo respeitar o contratualmente estabelecido e garantir o cumprimento de todas as normas legalmente aplicáveis, de fonte local, nacional ou comunitária, bem como as especificações técnicas e procedimentos da Portgás.

5. Qualidade, Ambiente e Segurança em obra

- a) As atividades de prestação de serviços específicos da infraestrutura, tal como apresentadas neste documento, são tuteladas pelos requisitos de credenciação dispostos na ET 1126.
- b) Tendo por objetivo a minimização/eliminação dos impactes ambientais associados à “soldadura de tubagens de polietileno”, o Empreiteiro deve ter presente que:
 - b1) Os trabalhos a levar a cabo no âmbito desta especificação técnica de construção, devem obedecer a todas as disposições constantes na especificação técnica ET 1106, complementadas com as disposições explicitadas nesta mesma especificação.
 - b2) Os resíduos resultantes dos trabalhos levados a cabo no âmbito desta especificação devem ser recolhidos diariamente e enviados para o estaleiro do Empreiteiro onde devem ser separados, armazenados e identificados por tipo de resíduo, tendo por fim o posterior encaminhamento para operadores de resíduos devidamente licenciados.
- c) Cabe ao Inspetor/Gestor de construção, assegurar que todos os requisitos em matéria de Qualidade, Ambiente e Segurança são cumpridos por todos os intervenientes nos trabalhos.

| | | |
|---|---|----------------|
|  | Especificação Técnica | ET 605 |
| | SOLDADURA DE TUBAGENS EM POLIETILENO | Revisão n.º 3 |
| | | 2023-04-10 |
| | | Página 8 de 20 |

6. Responsabilidades

Empreiteiro

É da sua responsabilidade o cumprimento integral desta especificação técnica.

Inspetor / Gestor de construção

É da sua responsabilidade a coordenação, acompanhamento e fiscalização da metodologia de execução dos trabalhos nos termos definidos nesta especificação técnica.

Coordenador de segurança em obra

É da sua responsabilidade a verificação e controlo dos aspectos técnicos e legais, enquadráveis no âmbito das suas atribuições, nos termos definidos nesta especificação técnica.

7. Soldadura: definições e princípios

7.1. Processos de soldadura

Quaisquer dos processos a seguir indicados, podem ser utilizados na construção das redes de distribuição de gás combustível, sendo que não são de todo permitidas ligações roscadas.

7.1.1. Soldadura Topo a Topo com interface de aquecimento

A soldadura Topo a Topo só poderá ser utilizada na ligação de tubos e acessórios de Diâmetro Nominal (DN) igual ou superior a 160 mm. Em situações especiais, a soldadura topo a topo poderá ser utilizada em DN 110, desde que devidamente autorizada pela Portgás. Este processo, soldadura topo a topo, é limitado à soldadura entre tubos do mesmo diâmetro e da mesma classe SDR.

7.1.2. Eletrossoldadura

Aplicável na ligação de tubos e acessórios de polietileno de todos os diâmetros.

7.2. Qualificação de soldadores

a) Todos os soldadores afetos aos trabalhos de construção, renovação ou manutenção de redes de distribuição de gás terão de ser possuidores dos seguintes documentos:

- Licença de Instalador de instalações de gás e de redes e ramais de distribuição de gás nos termos do disposto no artigo 34º da Lei n.º 15/2015, de 16 de fevereiro.
- Certificado de Qualificação de Soldador válido para o processo de soldadura que executem, emitido por uma Entidade Inspetora oficialmente reconhecida,
- Credenciação específica, conferida pela Portgás.

| | | |
|---|---|----------------|
|  | Especificação Técnica | ET 605 |
| | SOLDADURA DE TUBAGENS EM POLIETILENO | Revisão n.º 3 |
| | | 2023-04-10 |
| | | Página 9 de 20 |

- b) Antes de iniciar os trabalhos, o Empreiteiro terá que entregar à Portgás a lista nominativa dos soldadores afetos aos trabalhos. É expressamente proibida a admissão de soldadores que não sejam previamente conhecidos e aceites pela Portgás.
- c) A qualificação de soldadores será efetuada de acordo com a norma EN 13067: Plastics welding personnel. Approval testing of welders – Thermoplastic welded assemblies.
- d) Cada soldador identificará claramente a soldadura que executar, através dos seguintes itens:
- Sigla do soldador
 - Número da soldadura
- e) Uma qualificação de soldador é válida por dois anos, se não existir interrupção da sua atividade por período superior a seis meses.
- f) A Portgás reserva-se no direito de submeter os soldadores a exames ou formação, mesmo que sejam portadores de certificado emitido por entidade devidamente reconhecida, e de recusar os que entender não estarem habilitados.

7.3. Materiais

- a) As características dos materiais são as indicadas nas seguintes Especificações Técnicas da Portgás:
- ET 301: “Tubagens de Polietileno para gás”
ET 302: “Acessórios de Polietileno para gás”
- b) O Empreiteiro não poderá dar início a nenhuma soldadura sem possuir os Certificados comprovativos de que as características do material correspondem à qualidade especificada.

7.4. Especificações e procedimentos de soldadura

- a) O empreiteiro deverá dispor de Especificações Técnicas de Soldadura e Procedimentos de Soldadura, qualificadas(os) por uma Entidade Inspetora oficialmente reconhecida.
- As Especificações Técnicas deverão ser elaboradas de acordo com as seguintes normas, atendendo aos diferentes tipos de soldadura que pretende executar:
- DVS 2207 – 1;
 - WIS 4-32-08;
 - DS/INF 70-2;
- b) Sempre que a Portgás ou Entidade Inspetora o solicitar, o empreiteiro é obrigado a apresentar as suas Especificações Técnicas e Procedimentos de soldadura qualificadas(os), bem como demonstrar a sua adequação aos equipamentos de soldadura utilizados, sendo necessário para tal a apresentação de cópias das instruções técnicas dos fabricantes dos materiais/equipamentos utilizados.

| | | |
|---|---|-----------------|
|  | Especificação Técnica | ET 605 |
| | SOLDADURA DE TUBAGENS EM POLIETILENO | Revisão n.º 3 |
| | | 2023-04-10 |
| | | Página 10 de 20 |

7.5. Equipamentos de soldadura

7.5.1. Generalidades

- a) As soldaduras topo a topo e a eletrossoldadura devem ser realizadas com equipamentos certificados e aceites pela Portgás. Os certificados dos equipamentos de soldadura têm obrigatoriamente que se encontrar dentro da validade (1 ano) e permanecerem em obra.
- b) Todos os equipamentos de Soldadura devem satisfazer as exigências técnicas aplicáveis, nomeadamente o Decreto-Lei n.º 120/2008, Série I de 24 de junho, encontrarem-se em perfeito estado de conservação e equipados com os instrumentos de medida indispensáveis a um controlo permanente dos principais parâmetros de soldadura.
- c) No decurso da utilização, a Portgás poderá suspender os trabalhos, sempre que suspeitar da conformidade de um equipamento de soldadura, podendo exigir que o mesmo seja submetido a ensaios para confirmar a sua conformidade.
- d) Caso a avaria de uma máquina seja evidente, ou o resultado dos ensaios, referidos anteriormente, não seja conclusivo, a Portgás pode exigir a sua retirada de serviço.

7.5.2. Certificação dos aparelhos de soldadura

- a) Todos os equipamentos de soldadura deverão ter um Certificado de Qualificação emitido por uma Entidade Inspetora oficialmente reconhecida e de acordo com as Normas ISO 12176-1/2 ou equivalentes.
- b) O empreiteiro tem que garantir que todos os elementos de identificação / chapa de características dos equipamentos se encontram legíveis.
- c) A certificação tem a validade de um ano.
- d) Qualquer equipamento de soldadura, que tenha sido objeto de reparação, terá, obrigatoriamente que ser submetido a um novo processo de certificação.

7.6. Execução da soldadura

7.6.1. Generalidades

- a) Sempre que possível as soldaduras serão executadas fora da vala.
- b) Os tubos a soldar devem estar a uma temperatura compreendida entre $0^{\circ}\text{C} \leq T \leq 40^{\circ}\text{C}$. A soldadura deve ser executada num lugar seco, protegido da chuva e do vento, até ao seu arrefecimento completo (abaixo de 40°C).

| | | |
|---|---|-----------------|
|  | Especificação Técnica | ET 605 |
| | SOLDADURA DE TUBAGENS EM POLIETILENO | Revisão n.º 3 |
| | | 2023-04-10 |
| | | Página 11 de 20 |

- c) Durante as operações de soldadura de polietileno (eletro fusão e soldadura topo a topo), sob condições atmosféricas de pluviosidade ou nevoeiro, o local deve ser devidamente resguardado com a utilização de uma tenda de soldadura.
- d) Nas soldaduras executadas com redes em serviço, é obrigatória a ligação prévia das tubagens a soldar à terra, através de um fio de algodão embebido em água.

7.6.1.1. Ovalização dos tubos

- a) Antes de se proceder a qualquer soldadura, deve verificar-se sempre o estado superficial e a ovalização das extremidades dos tubos. Caso necessário deve-se proceder ao corte das superfícies a soldar. O corte deve ser feito perpendicularmente ao eixo longitudinal dos tubos. Dever-se-á cortar, em cada extremidade da tubagem, 50 mm ± 10 mm.
- b) A ovalização dos tubos a soldar não deve ultrapassar o valor de 1,5% calculado pela seguinte fórmula:

$$Ov = \frac{De_{máx} - De_{mín}}{De} \times 100$$

Onde:

Ov = ovalização

De = Diâmetro nominal do tubo

De_{máx} = Diâmetro medido perto da máxima ovalização

De_{mín} = Diâmetro externo mínimo do tubo

- c) Eventuais ovalizações de valor maior que 1,5% devem ser corrigidas através de processos apropriados.
- d) Todas as tubagens submetidas a operações de esmagamento, têm obrigatoriamente que ser objeto de desovalização, através de ferramentas adequadas para esse fim. Posteriormente, na zona da tubagem afetada pelo esmagamento, é necessário executar uma soldadura de reforço, através de um acessório electrossoldável.

N.I.: No caso da tubagem ser SDR17, após a operação de esmagamento e desovalização, não deverá ser executada a soldadura de reforço.

7.6.2. Soldadura topo a topo com interface de aquecimento

7.6.2.1. Princípio de soldadura

A ligação por este processo realiza-se por meio do aquecimento dos extremos dos tubos ou acessórios a soldar, através do uso de uma placa de aquecimento, equipada internamente com uma resistência elétrica, que eleva a temperatura do polietileno até se alcançar a fusão das superfícies em contacto. Na interface entre as superfícies de contacto as macromoléculas misturam-se conferindo a união dos elementos.

| | | |
|---|---|-----------------|
|  | Especificação Técnica | ET 605 |
| | SOLDADURA DE TUBAGENS EM POLIETILENO | Revisão n.º 3 |
| | | 2023-04-10 |
| | | Página 12 de 20 |

7.6.2.2. Variáveis do processo

a) Neste processo, as variáveis a considerar são:

- Temperatura
- Pressão
- Tempo

b) A temperatura de soldadura deverá ser de $210^{\circ} \text{C} \pm 10^{\circ}$

7.6.2.3. Modo operativo

- a) O modo de operação poderá ser distinto, dependendo do tipo de máquina a utilizar. Diferenciam-se pelo tipo de acionamento hidráulico, que pode ser com bomba manual (acionamento manual) ou elétrica (acionamento automático ou semi-automático).
- b) Desta forma se a máquina for de acionamento manual, o operador terá que introduzir os valores das variáveis do processo.
- c) Sendo a máquina de acionamento automática, o operador terá unicamente que inserir os dados relativos à tubagem a soldar, uma vez que os valores das variáveis do processo já se encontram memorizados no “software” da máquina.
- d) Nas máquinas automáticas, uma vez determinada a retificação dos topos dos tubos, o processo de soldadura é controlado pelo próprio autómato. O soldador não tem que intervir no processo de soldadura. A máquina regista, passo a passo todos os parâmetros da soldadura.

7.6.2.3.1. Preparação e proteção do posto de soldadura

- a) Verificar as condições atmosféricas e nas condições apresentadas na alínea c) do ponto 7.6.1, resguardar o local com a utilização de uma tenda de soldadura.
- b) O soldador deve tamponar as extremidades livres dos elementos a soldar, de forma a evitar-se o arrefecimento repentino da zona de soldadura, devido a correntes de ar no interior dos elementos dos tubos/acessórios.
- c) Antes do início de qualquer soldadura, deve-se proceder à montagem do equipamento de soldadura e realizar um ensaio expedito quanto ao correto funcionamento do mesmo.

7.6.2.3.2. Pré-montagem dos elementos a soldar

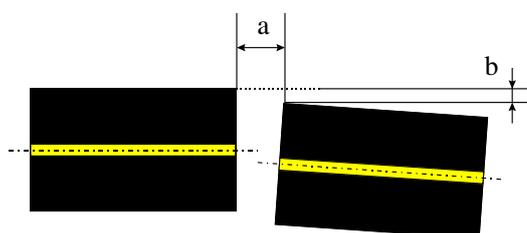
O soldador deve calcular e controlar o grau de ovalização de acordo com o disposto no item 7.6.1.1 e pré-montar os elementos a soldar no equipamento de soldadura.

| | | |
|---|---|-----------------|
|  | Especificação Técnica | ET 605 |
| | SOLDADURA DE TUBAGENS EM POLIETILENO | Revisão n.º 3 |
| | | 2023-04-10 |
| | | Página 13 de 20 |

7.6.2.3.3. Alinhamento e nivelamento dos elementos a soldar

- a) Alinhar e nivelar os elementos a soldar face ao equipamento de soldadura de modo a tornar coincidentes os seus eixos, quer por deslocação dos pontos de apoio ou por rotação dos elementos a soldar ou por intermédio de outra qualquer técnica, tendo sempre presente que os elementos a soldar não podem provocar esforços nos dispositivos de fixação do equipamento de soldadura.
- b) São admissíveis os seguintes valores para os desalinhamentos:

$$a \leq 0,3\text{mm} ; b \leq 0,5\text{mm}$$



- c) Ajustar as maxilas de fixação do equipamento de soldadura através de um aperto ligeiro e do tipo manual.
- d) Determinar a Pressão de Arrasto, que depende do comprimento e tipo de tubo colocado na maxila móvel do módulo de fixação. Esta operação é feita através dum aumento progressivo da pressão no circuito hidráulico que comanda o movimento da maxila móvel, até se conseguir o deslocamento desta. A esta pressão é posteriormente somada a Pressão de Soldadura, pressão essa, fornecida pelo fabricante da máquina.

7.6.2.3.4. Montagem do módulo de corte e retificação dos extremos a soldar

- a) Montar a interface de corte/preparação no intervalo entre os elementos a soldar de forma que o módulo fique perpendicular relativamente a estes.
- b) Preparar, com o auxílio da interface de corte/preparação, as superfícies a soldar. A força de encosto não deverá atingir valores que provoquem um esforço excessivo nesta unidade. Esta operação de retificação deve durar até sair pelo menos uma fita completa de polietileno de cada um dos extremos dos tubos a soldar, garantindo que a totalidade do perímetro dos tubos esteja corretamente retificada.
- c) Retirar a interface de corte/preparação e as aparas resultantes da respetiva operação. A operação de corte deverá terminar após a saída completa da apara em todo o seu perímetro e espessura. Não é admissível a existência de qualquer vestígio da apara na superfície destes elementos.

| | | |
|---|---|-----------------|
|  | Especificação Técnica | ET 605 |
| | SOLDADURA DE TUBAGENS EM POLIETILENO | Revisão n.º 3 |
| | | 2023-04-10 |
| | | Página 14 de 20 |

7.6.2.3.5. Controlo do paralelismo e alinhamento das faces a soldar

- a) Controlar o acabamento e o paralelismo entre as duas extremidades a soldar através da observação visual e aproximação dos dois elementos a soldar.
- b) Verificar o alinhamento entre os elementos a soldar.

7.6.2.3.6. Limpeza da placa de aquecimento entre os extremos a soldar

Desengordurar a interface de aquecimento e as extremidades dos elementos a soldar, utilizando produtos desengordurantes voláteis, prescritos ou aceites pela Portgás (normalmente solução de acetona ou metanol), de forma a eliminar quaisquer resíduos de matéria termoplástica.

7.6.2.3.7. Colocação da placa de aquecimento entre os extremos a soldar

- a) Verificar a temperatura de superfície da interface de aquecimento. O valor de comparação é dado pelo fabricante do equipamento: $T1 = 210 \pm 10^\circ \text{C}$.
- b) Colocar a placa de aquecimento sobre o módulo de fixação, de forma que ela fique posicionada entre os extremos dos tubos, dando-se assim início ao ciclo de soldadura.

7.6.2.3.8. Ciclo de soldadura

- a) Verificar o valor da força necessária aplicar, (força de pré-aquecimento) e o respetivo tempo de encosto à unidade de aquecimento, (tempo de pré-aquecimento). A pressão correspondente à força a aplicar (pressão efetiva de soldadura) é igual à soma da pressão de arrasto/encosto com a pressão de soldadura (valores tabelados pelo fabricante do equipamento), de modo a proporcionar o aparecimento do rebordo de fusão definido pela sua altura.
- b) Colocar a interface de aquecimento entre as duas superfícies a soldar.
- c) Deslocar os elementos a soldar até ao contacto com a interface de aquecimento e aplicar a força de pré-aquecimento correspondente à pressão $P1 = 0,18 \text{ MPa} \pm 0,02 \text{ MPa}$, até que se verifique o aparecimento, em toda a periferia da orla dos elementos a soldar, do rebordo de fusão (cordão de soldadura), cuja altura será a definida pelo fabricante do equipamento de soldadura. Na ausência de informação considerar os valores que constam da tabela seguinte:

| Diâmetro dos tubos [mm] | Altura do cordão [mm] |
|-------------------------|-----------------------|
| $DN \leq 180$ | $1 < h \leq 2$ |
| $180 < DN \leq 315$ | $2 < h \leq 3$ |

- d) Após a formação do cordão de soldadura deve reduzir-se a força aplicada a um valor quase nulo correspondente à pressão $P2 = 0,03 \text{ MPa} \pm 0,02 \text{ MPa}$, tendo em vista preparar o aquecimento das

| | | |
|---|---|-----------------|
|  | Especificação Técnica | ET 605 |
| | SOLDADURA DE TUBAGENS EM POLIETILENO | Revisão n.º 3 |
| | | 2023-04-10 |
| | | Página 15 de 20 |

superfícies a soldar. Este valor deverá ser mantido no mínimo durante o tempo mencionado pelo fabricante do equipamento ou na sua ausência: $t_2 = 30 + DN/2 \pm 10s$.

- e) Retirar a interface de aquecimento após afastamento das superfícies a soldar, tendo em atenção o tempo de saída da unidade definido pelo fabricante do equipamento, de forma a não provocar um arrefecimento exagerado dos tubos. Esta fase é a mais importante e crítica da operação de soldadura. Na ausência de informação poder-se-á utilizar como valor de referência: $t_3 = 3 + DN/100 \pm 1s$, num máximo de 8 s.
- f) Aplicar, lentamente, mas do modo progressivo, uma pressão que permita a realização da soldadura, tendo em atenção os tempos definidos pelo fabricante do equipamento ou na sua ausência: $t_4 = 3 + 3DN/100 \pm 1s$, num máximo de 6s.
- g) Manter a pressão de soldadura $P_3 = 0,18 \text{ MPa} \pm 0,02 \text{ MPa}$, durante o arrefecimento de acordo com o tempo definido pelo fabricante do equipamento ou fornecedor do material. Na ausência da informação do fabricante poderão ser utilizados os tempos seguintes:

$t_5 = 10$ minutos como mínimo

$t_6 \geq 1,5 \times$ espessura Nominal, sendo no mínimo de 20 minutos (*)

(*) Durante o período de verão dever-se-á utilizar o tempo: $t_6 = 2 \times t_5$

Nota: No cálculo dos tempos, considerar os diâmetros e espessuras nominais em mm e o resultado dos tempos em segundos.

- h) Manter durante o período de arrefecimento sem influência de qualquer esforço mecânico as maxilas apertadas. O arrefecimento forçado é interdito.
- i) Desapertar as maxilas do equipamento de soldadura após concluída a fase de arrefecimento.
- j) Proceder ao controlo visual e dimensional do rebordo exterior resultante da soldadura.
- k) Retirar aleatoriamente, através de meios apropriados, o rebordo de, no mínimo, 10% das soldaduras executadas para posterior exame radiográfico, conforme descrito no ponto 8.6.2.4., deste documento.

7.6.2.4. Avaliação da qualidade da soldadura. Ensaios

Todas as soldaduras devem ser submetidas a um controlo visual, ensaios de pressão, ensaios destrutivos, quando aplicáveis e exames radiográficos. Devem ser observados os seguintes aspetos:

| | | |
|---|---|-----------------|
|  | Especificação Técnica | ET 605 |
| | SOLDADURA DE TUBAGENS EM POLIETILENO | Revisão n.º 3 |
| | | 2023-04-10 |
| | | Página 16 de 20 |

7.6.2.4.1. Controlo visual

- a) Perfil e estado da superfície do cordão. Deve-se ter em atenção a profundidade do entalhe do cordão de soldadura, alinhamento entre os elementos a soldar, entalhe nas superfícies dos elementos a soldar, altura e largura dos rebordos de soldadura e simetria do cordão.
- b) Desalinhamento das listas amarelas dos tubos. O posicionamento dos tubos deve ser tal que as listas amarelas fiquem desalinhadas, de forma a poder identificar-se o local de soldadura.
- c) Dimensão do cordão de soldadura. A largura admissível é dada pelo fabricante do equipamento de soldadura ou através de ábacos. Como regra de boa prática, nunca deverá registar-se, no cordão, amplitudes de largura superiores a 1 mm.
- d) Identificação do soldador / identificação do nº da soldadura. É necessário que cada soldadura seja identificada no próprio local pelo soldador que a realizou.

7.6.2.4.2. Ensaio de pressão

Ausência de fugas no ensaio de pressão (resistência mecânica e estanquicidade), de acordo com a ET 651 da Portgás.

7.6.2.4.3. Exame radiográfico

Nas soldaduras topo a topo, o exame radiográfico é obrigatório, no mínimo, em 10 % das soldaduras, selecionadas aleatoriamente. No caso das tubagens aéreas ou instaladas em galerias ou mangas, o exame radiográfico é obrigatório para 100% das soldaduras.

7.6.2.4.4. Ensaio destrutivos

Quando aplicável e se solicitado pela Entidade Inspetora ou pela Portgás, são realizados ensaios destrutivos às soldaduras realizadas, nomeadamente ensaios de dobragem, de acordo com a EN 12814-1.

7.6.2.5. Critério de aceitação

O critério de aceitação será o definido na norma alemã DVS 2202 – 1, nível de qualidade 1.

7.6.3. Eletrossoldadura

7.6.3.1. Princípio da soldadura

Neste processo de ligação são utilizados acessórios do mesmo material (acessórios electrossoldáveis) que têm incorporado, internamente, um filamento elétrico, o qual, submetido a uma tensão elétrica durante um tempo determinado, submete o polietileno a uma temperatura que provoca a fusão e permite a ligação dos elementos a soldar. Ao serem percorridas pela corrente elétrica, as resistências aquecem, provocando a fusão, tanto do tubo como do acessório, de uma forma homogénea, obtendo-se, por arrefecimento, a soldadura.

| | | |
|---|---|-----------------|
|  | Especificação Técnica | ET 605 |
| | SOLDADURA DE TUBAGENS EM POLIETILENO | Revisão n.º 3 |
| | | 2023-04-10 |
| | | Página 17 de 20 |

7.6.3.2. Modo operativo

7.6.3.2.1. Preparação e proteção do posto de soldadura

- a) Verificar as condições atmosféricas e nas condições apresentadas no ponto 7.6.1 resguardar o local com a utilização de uma tenda de soldadura.
- b) O soldador deve tamponar as extremidades livres dos elementos a soldar, de forma a evitar-se o arrefecimento repentino da zona de soldadura, devido a correntes de ar no interior dos elementos dos tubos/acessórios.

7.6.3.2.2. Preparação das extremidades a soldar

- a) Deve verificar-se sempre o estado superficial e a ovalização das extremidades dos tubos. Caso necessário deve-se proceder ao corte das superfícies a soldar. O corte deve ser feito perpendicularmente ao eixo longitudinal dos tubos. Dever-se-á cortar, em cada extremidade da tubagem, 50 mm \pm 10 mm
- b) Qualquer dos equipamentos seguintes pode ser utilizado no corte dos tubos:
 - Corta tubos,
 - Guilhotina.
- c) Após o corte, proceder-se-á à raspagem superficial das extremidades a soldar. Este procedimento visa a eliminação de qualquer irregularidade. A raspagem deve ser feita no sentido axial do tubo.
- d) Essa limpeza pode ser feita, quer manualmente, através de raspadores, ou mecanicamente com o auxílio de superficiadores. Deve haver sinal de raspagem com um comprimento de pelo menos 10 mm para ambos os lados do acessório.
- e) A influência atmosférica em particular os raios UV, ocasionam uma camada de óxido sobre a superfície dos tubos e acessórios. Conforme a espessura desta camada a qualidade da ligação pode ser mais ou menos afetada, podendo mesmo tornar-se impossível se a camada for muito espessa. É aconselhado retirar como máximo 0,1 mm.

7.6.3.2.3. Pré-montagem e marcação

Procede-se à montagem dos tubos no acessório e faz-se a marcação, nos tubos, da profundidade de encaixe. Normalmente os acessórios têm um batente central no seu interior e o encaixe é realizado até que os tubos encostem de um e de outro lado. No caso da utilização de acessórios que não possuem este batente, a marcação é feita medindo o comprimento do acessório e marcando, em cada extremidade, metade desse comprimento. Os tubos, na zona da soldadura, devem ser colocados com a menor curvatura possível, de maneira a não exercer esforços nessa zona.

| | | |
|---|---|-----------------|
|  | Especificação Técnica | ET 605 |
| | SOLDADURA DE TUBAGENS EM POLIETILENO | Revisão n.º 3 |
| | | 2023-04-10 |
| | | Página 18 de 20 |

7.6.3.2.4. Desmontagem e desengorduramento

- a) Uma vez concluída a operação de marcação, desmonta-se o conjunto e procede-se ao desengorduramento das superfícies externas dos tubos a soldar e das superfícies internas do acessório.
- b) A limpeza das superfícies a soldar deve ser feita unicamente com produtos desengordurantes voláteis, prescritos ou aceites pela Portgás (normalmente solução de acetona ou metanol).
- c) É proibido utilizar panos de fibra sintética, ou papéis sujos, sendo obrigatória a utilização de panos de algodão, limpos, ou de papel apropriado, desde que aceite pela Portgás. É igualmente proibido tratar as superfícies a soldar com lixa ou abrasivos não apropriados, sendo admitido somente o uso de tecido abrasivo de grão mínimo 80.

7.6.3.2.5. Montagem e posicionamento

Após a limpeza, procede-se à montagem final e coloca-se o conjunto no posicionador. A montagem do posicionador é obrigatória porque servirá para evitar movimentos do conjunto durante a soldadura. Os posicionadores fixam os tubos e minimizam o risco de movimentos dos mesmos e, ao mesmo tempo, fazem o correto alinhamento da tubagem na zona da soldadura.

7.6.3.2.6. Execução da soldadura

- a) Após a fixação correta do conjunto, retiram-se os tampões protetores dos terminais do acessório e faz-se a ligação dos terminais da máquina de soldar ao acessório.
- b) Em seguida liga-se a máquina e executa-se a soldadura. Se a máquina é manual, deve-se introduzir nesta o tempo de fusão correto do acessório, valor que se encontra tabelado pelo fabricante. Se a máquina é automática, faz-se a leitura óptica do código de barras do acessório. Na impossibilidade da leitura óptica do acessório, deve-se introduzir o código numérico do mesmo.
- c) De seguida liga-se o botão de arranque, iniciando-se a contagem decrescente do tempo de fusão do acessório. Findo este tempo a máquina dará um sinal acústico do término do ciclo de soldadura. Após a finalização do processo, o material fundido deverá ser visível através dos orifícios (testemunhos de soldadura), indicando que houve a correta fusão do polietileno.

7.6.3.2.7. Arrefecimento

- a) Retiram-se os cabos dos terminais do acessório e inicia-se o período de arrefecimento. Como regra de boa prática esse período deve ser igual ou superior a 20 minutos. O arrefecimento deve ser natural, sendo interdito qualquer tipo de arrefecimento forçado.
- b) Desmontar o posicionador. De um modo geral os posicionadores podem ser retirados após decorrido o tempo de arrefecimento, período durante o qual os elementos soldados devem permanecer em

| | | |
|---|---|-----------------|
|  | Especificação Técnica | ET 605 |
| | SOLDADURA DE TUBAGENS EM POLIETILENO | Revisão n.º 3 |
| | | 2023-04-10 |
| | | Página 19 de 20 |

repouso. No caso de realização imediata de ensaios e/ou gaseificação, como regra de boa prática, o tempo de arrefecimento deverá ser o dobro do especificado, a não ser que o acessório já indique o tempo adequado a esta situação.

NI: Se por qualquer incidente o ciclo de soldadura for interrompido, o procedimento de soldadura terá que ser reiniciado utilizando um novo acessório e um novo ciclo de soldadura. Não é permitido reutilizar um acessório que já tenha sido submetido a um ciclo de soldadura incompleto.

7.6.3.3. Avaliação da qualidade da soldadura. Ensaios

Todas as soldaduras devem ser submetidas a um controlo visual, ensaios de pressão e ensaios destrutivos, quando aplicáveis. Devem ser observados os seguintes aspetos:

7.6.3.3.1. Controlo visual

- a) Verificação do alinhamento entre os elementos a soldar, através da verificação da folga radial que deverá ser uniforme em todo o perímetro do tubo.
- b) Verificação de sinais de raspagem que deverá ser visível e uniforme no máximo em 10 mm de cada lado do acessório.
- c) Verificação das marcações de profundidade de encaixe.
- d) Verificação dos indicadores de fusão (testemunhos de soldadura).
- e) Verificação da presença de escorridos, irregulares que são sinal de uma soldadura mal executada.

7.6.3.3.2. Ensaios de pressão

Ausência de fugas nos ensaios de pressão (resistência mecânica e estanquicidade) de acordo com a ET 651 da Portgás.

7.6.3.3.3. Ensaios destrutivos

Quando aplicável e se solicitado pela Entidade Inspetora ou pela Portgás, são realizados ensaios destrutivos às soldaduras realizadas, nomeadamente ensaios de descolamento, através da utilização de provetes com dimensões padronizadas.

7.6.3.4. Critério de aceitação

O critério de aceitação terá por base as normas indicadas:

DVS 2202-1 – Nível de Qualidade I

EN 13100-1

| | | |
|---|---|-----------------|
|  | Especificação Técnica | ET 605 |
| | SOLDADURA DE TUBAGENS EM POLIETILENO | Revisão n.º 3 |
| | | 2023-04-10 |
| | | Página 20 de 20 |

7.6.4. Registo das soldaduras

O Empreiteiro deve registar os parâmetros de soldadura. Os dados devem referenciar, além dos parâmetros de soldadura, a identificação do soldador, equipamento de soldadura, a data e a hora de execução.