

APLICAȚII INDUSTRIALE-PRACTICIANUL SUDOR INDUSTRIAL APPLICATION-WELDING PRACTITIONER

Proiectarea unei tehnologii de lipire. Specificația procedurii de lipire

Design of a bonding technology. Bonding procedure specifications

Ionel-Dănuț Savu¹, Oana Roxana Chivu², Arianne-Maria Savu³, Daniel Cătălin Motounu⁴

¹Universitatea din Craiova/University of Craiova

²Universitatea Națională de Științe și Tehnologie Politehnica București/The National University for Science and technology Politehnica București

³Universitatea Babeș Bolyai – student/University Babeș Bolyai – student

⁴Inspekția de Stat pentru Controlul Cazanelor, Recipientelor sub Presiune și Instalațiilor de Ridicat/State Inspection for the Control of Boilers, Pressure Vessels and Elevating Installations

Rezumat

Tehnologia de lipire conține toate aspectele și parametrii tehnologici necesari personalului care execută procesul de lipire. Specificația procedurii de lipire este un document care sintetizează toate aceste elemente. Structura unei specificații a procedurii de lipire nu are o formă impusă sau recomandată de standardele aflate în vigoare. Există doar reglementate condițiile în care se face calificarea unei proceduri de lipire tare, dar nu și conținutul unei specificații care să stea la baza realizării probelor de calificare. Cât despre lipirea moale situația este și mai anevoioasă, neexistând reglementate nici condițiile de calificare a procedurii. Prezenta lucrare își propune analiza unui potențial conținut al specificației procedurii de lipire, fie ea tare, fie moale, fie cu adezivi. Sunt analizate modurile în care trebuie comunicate informațiile și o potențială structură de așezare a informațiilor în cadrul formularului specificației. Structura este bazată pe ceea ce ar trebui să conțină o tehnologie de lipire, astfel încât personalul lipitor să primească informațiile necesare, iar, în consecință, lipiturile realizate să aibă un minim acceptat de calitate. La proiectarea structurii specificației procedurii de lipire s-a ținut cont de capacitatea operatorului de a primi și înțelege o informație tehnică.

Cuvinte cheie

Lipire moale, lipire tare, lipire cu adezivi, specificația procedurii de lipire, comunicare, tehnologie de lipire

Abstract

Soldering technology contains all the technological aspects and parameters necessary for the personnel performing the soldering process. The bonding procedure specification is a document that summarizes all these elements. The structure of a soldering procedure specification does not have a form imposed or recommended by the standards in force. There are only regulated the conditions under which the qualification of a hard soldering procedure is done, but not the content of a specification that is the basis of the qualification tests. As for soldering, the situation is even more difficult, as there are no regulated qualification conditions for the procedure either. This paper aims to analyse a potential content of the specification of the bonding procedure, be it hard, soft or with adhesives. The ways in which the information should be communicated and a potential structure for placing the information within the specification form are discussed. The structure is based on what a soldering technology should contain, so that soldering personnel receive the necessary information and, consequently, the solders made have an accepted minimum of quality. When designing the structure of the soldering procedure specification, the operator's ability to receive and understand technical information was taken into account.

Keywords

Soldering, brazing, adhesive bonding, bonding procedure specification, communication, bonding technology

1. Introducere

Lipirea este un proces tehnologic mult mai discret decât sudarea. Deși aplicarea sa reală acoperă multe dintre domeniile industriale, dar și zona casnică,

1. Introduction

Bonding is a much more discreet technological process than welding. Although its actual application covers many of the industrial fields, as well as the

vizibilitatea sa și, implicit, discuțiile pe seama sa continuă să rămână la un nivel mult mai mic, comparativ cu procesele de sudare.

Sensibil mai „universal” decât sudarea, din punct de vedere al numărului tipurilor de materiale care pot fi îmbinate, lipirea reușește să îmbine materiale ceramice sau compozite la care sudarea este mai puțin sau aproape deloc aplicabilă.

Este de specificat aici faptul că terminologia standard în limba română folosește cuvântul „lipire” atât pentru lipirea metalelor cu aliaje de lipire, cât și pentru lipirea oricărui alt tip de material solid cu adezivi. Pot exista variațiile „lipire cu aliaj de lipire”, „lipire moale” (pentru îmbinările prin lipire produse la temperaturi mai mici decât 450°C), lipire tare (derulate la peste 450°C) și „lipire cu adezivi”. În același timp însă, terminologia anglo-saxonă stabilește doi termeni pentru procesele de lipire și anume „soldering” pentru lipirea metalelor utilizând aliaje de lipire și „bonding” pentru lipirea utilizând adezivi. Dat fiind faptul că în electronică, deși se lipesc metale utilizând aliaje metalice, dar caracterul îmbinărilor lipite este apropiat de cel al unor îmbinări cu adezivi, se folosește același termen de „bond” pentru îmbinarea realizată și „bonding” pentru procesul de îmbinare, am decis să utilizăm în versiunea de limbă engleză, pentru această prezentare, termenul de „bonding”.

Din punct de vedere al reglementării, aplicarea unui proces de lipire în condiții industriale trebuie să respecte condiții similare cu cele care reglementează aplicarea proceselor de sudare. Aceasta înseamnă că și în cazul lipirii, elaborarea unei proceduri specifice și calificarea ei, înainte de aplicare, sunt condiții obligatorii pentru asigurarea unui anumit nivel al calității produselor realizate.

Elaborarea unei proceduri presupune identificarea acelor elemente variabile care influențează modul și calitatea procesului de îmbinare și, implicit, caracteristicile și calitatea îmbinării lipite realizate.

Această procedură, care în cuprinsul ei conține detalieri ale tuturor elementelor legate de modul de operare, este oarecum stufoasă pentru o acceptabilă comunicare a respectivelor informații către operatorul lipitor. Astfel, similar proceselor de sudare, s-a considerat oportună concentrarea respectivelor informații într-un minim de volum, exprimabil în scris la nivelul unei pagini, documentul astfel creat fiind cunoscut sub numele de Specificația Procedurii de Lipire (SPL).

Proiectarea unei tehnologii de lipire și modul de structurare a unei SPL, pentru o comunicare eficientă a informațiilor tehnice, fac subiectul prezentei lucrări.

domestic area, its visibility and, implicitly, discussions on its account continue to remain at a lower level compared to welding processes.

Considerably more “universal” than welding in terms of the number of types of materials that can be joined, bonding succeeds in joining ceramics or composite materials to which welding is less or almost not applicable.

It should be specified here that the standard terminology in Romanian uses the word “bonding” both for the bonding of metals with soldering alloys and for the bonding of any other type of solid material with adhesives. There may be variations of 'bonding', “soldering” (for soldered joints produced at temperatures below 450°C) and “adhesives”.

At the same time, however, Anglo-Saxon terminology establishes two terms for bonding processes, namely “soldering” for bonding metals using soldering alloys and “bonding” for bonding using adhesives. Given the fact that in electronics, although metals are joined using metal alloys, but the character of soldered joints is close to that of adhesive joints, the same term “bond” is used for the joint made and “bonding” for the joining process, we decided let's use the term “bonding” in the English version for this presentation.

From a regulatory point of view, the application of a soldering process in industrial conditions must comply with conditions similar to those that regulate the application of welding processes. This means that also in the case of soldering, the development of a specific procedure and its qualification, before application, are mandatory conditions for ensuring a certain level of quality of the products made.

The development of a procedure involves the identification of those variable elements that influence the mode and quality of the joining process and, implicitly, the characteristics and quality of the soldered joint made.

This procedure, which in its content contains details of all the elements related to the operating mode, is somewhat thick for an acceptable communication of said information to the leech operator. Thus, similar to welding processes, it was considered appropriate to concentrate that information in a minimum volume, expressible in writing at the level of one page, the document thus created being known as the Bonding Procedure Specification (BPS). Designing a bonding technology and a BPS, for an effective communication of technical information, are the subject of this paper.

2. Etapele unei tehnologii de lipire

Sunt bine cunoscute etapele unei tehnologii de lipire. Există, în principiu, trei grupuri mari de etape: o etapă de pregătire (figura 1), etapa lipirii propriu-zise (figura 2) și o etapă de tratare ulterioară a îmbinării lipite (figura 3). Ultima etapă nu este obligatorie pentru toate îmbinările.

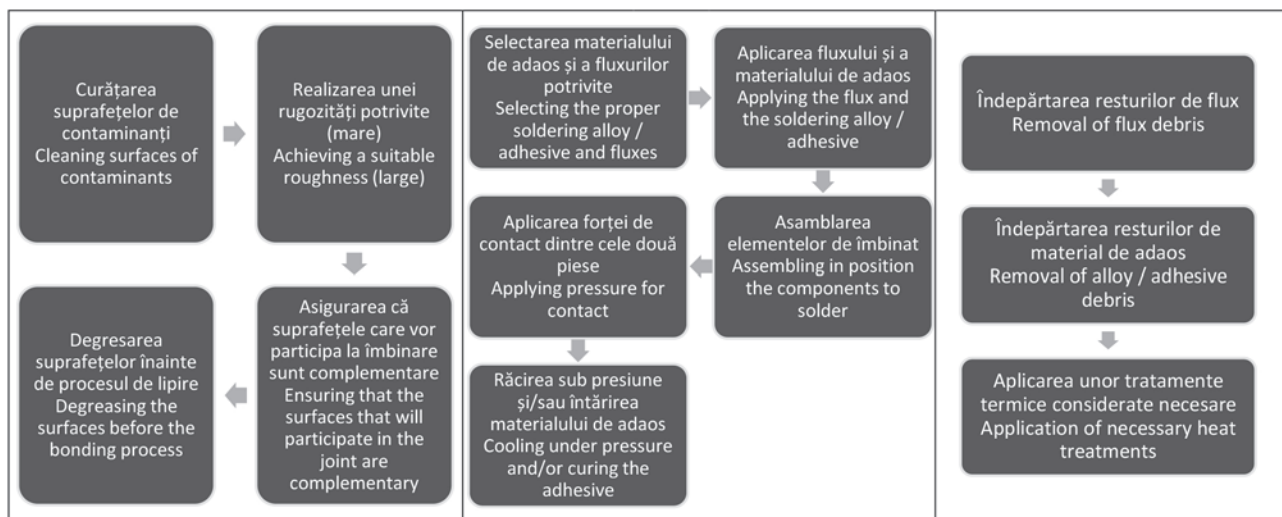


Figura 1. Etapele de pregătire în vederea lipirii
Figure 1. Preparation steps for bonding

Figura 2. Etapa de lipire propriu-zisă
Figure 2. Bonding step

Figura 3. Condiționarea îmbinării lipite
Figure 3. Conditioning of joint

2.1 Etapa de pregătire în vederea lipirii

Curățarea mecanică și/sau chimică este/sunt principala/principalele metodă/metode de îndepărtare a contaminanților (murdăriei, oxidului, grăsimilor) și a altor impurități de pe suprafața componentelor care vor fi lipite. În cazul utilizării de aliaje de lipire acestea vor împiedica umectarea suprafeței de către materialul de adaos, iar în cazul utilizării de adezivi vor împiedica aderența acestuia din urmă la suprafață. Pentru îmbunătățirea umectării și a aderenței este de dorit ca rugozitatea suprafeței să fie mai mare. Motivele pentru care o suprafață rugoasă este benefică aderenței sunt:

- rugozitatea mare contribuie la mărirea suprafeței efective de așezare a materialului de adaos (aliaj de lipire sau adeziv);
- o suprafață rugoasă oferă interblocare mecanică suplimentară la interfață, adică permite adezivului să pătrundă în porii și fisurile microscopice ale suprafeței, măbind aderența;
- neregularitățile unei suprafețe rugoase contribuie la reducerea procesului de propagare a eventualelor fisuri de la nivelul suprafeței.

Dacă în cazul metalelor mărirea rugozității se poate realiza mecanic prin tehnici și cu procedee bine cunoscute, în cazul polimerilor se recomandă a se aplica două tipuri de tratamente:

2. Steps of a bonding technology

The stages of a bonding technology are well known. There are, in principle, three large groups of stages: a stage of preparation (figure 1), the bonding stage (figure 2) and a stage of subsequent treatment (figure 3). The last step is not applicable to all joints.

2.1 Preparation for bonding process

Mechanical and/or chemical cleaning is/are the main method/methods of removing contaminants (dirt, oxide, grease) and other impurities from the surface of the components to be bonded. In the case of the use of bonding alloys, they will prevent the wetting of the surface by the additional material, and in the case of the use of adhesives, they will prevent the adhesion of the latter to the surface.

To improve wetting and adhesion it is desirable to have a high surface roughness. A rough surface is beneficial to adhesion because:

- the high roughness contributes to the increase of the effective laying surface of the additive material (bonding alloy or adhesive);
- a rough surface provides additional mechanical interlocking at the interface, i.e. allows the adhesive to penetrate the microscopic pores and cracks of the surface, improving adhesion;
- the irregularities of a rough surface contribute to the reduction of the propagation process of possible cracks on the surface.

If in the case of metals, the increase in roughness can be achieved mechanically through well-known techniques, in the case of polymers it is recommended to apply two types of treatments:

- a. Tratamente fizice de suprafață: mărirea rugozității suprafeței (cu hârtie abrazivă sau pânză de șmirghel) urmată, de obicei, de o degresare cu solvent; abrazarea cu adeziv (depunerea unui adeziv cu proprietăți de aderență superioare); sablarea cu diverse medii (pelete mici, nisip, alice metalice sau cristale de gheață carbonică).
- b. Tratamente chimice de suprafață: modificarea chimică umedă (aplicarea pe suprafață a unor lichide chimice care cresc energia de suprafață și elimină impuritățile de suprafață); gravarea acidă (modificarea structurii superficiale a materialului plastic prin utilizarea unor soluții acide); procese de tratare cu gaz reactiv (o descărcare electrică într-un mediu de gaz, cunoscută sub numele de plasmă corona sau prin ardere cu flacără).

În cazul materialelor ceramice rugozitatea se mărește prin abraziune mecanică (cu scopul de a îndepărta stratul superficial/glazura de suprafață), iar la final, suprafața rezultată se va degresa cu solvenți.

Înainte de depunerea aliajului de lipire sau a adezivului trebuie verificat dacă cele două suprafețe care vor participa la realizarea îmbinării lipite pot fi în contact pe întreaga lor arie. Dacă are loc această condiție, atunci se va efectua o ultimă intervenție, cea de degresare cu solvenți.

În cazul materialelor metalice, fiecare tip de material în parte are anumiți solvenți care degresează cu eficiență: oțeluri - solvenți volatili precum toluen, acetona, metil etil cetona, alcool metilic, alcool izopropilic și tricloroetilenă; oțeluri inoxidabile – acetonă sau soluții pentru decapare chimică de tipul acidului sulfuric, acidului azotic în amestec cu acid fluorhidric sau băilor de sare sau alcali topite; aliaje de cupru – sodă caustică (50% în soluție apoasă) sau acid dodecilbenzensulfonic; aliaje de aluminiu – acetonă, tricloroetilenă, percloroetilenă sau soluții pentru decapare chimică de tipul acidului sulfuric, acidului azotic în amestec cu acid fluorhidric.

În acest moment suprafețele sunt pregătite pentru contactul cu adezivul, fie că acesta este depus înainte de a se pune în contact cele două piese, fie că este introdus utilizând propria tensiune superficială la contactul cu materialul solid.

2.2 Etapa de lipire propriu-zisă

Selectarea materialului de adaos și a fluxurilor potrivite este prima etapă din procesul de lipire. Uneori această etapă este greșit privită ca o etapă de pregătire. Ea este o etapă a procesului de lipire pentru că influențează stabilirea ulterioară a valorilor parametrilor tehnologici. Tabelele 1 și 2 prezintă principalele materiale de

- a. Physical surface treatments: surface roughening (with abrasive paper) usually followed by solvent degreasing; adhesive abrasion (use of adhesive with high adhesion properties); sandblasting with various media (pellets, sand, metal alices or dry ice crystals).
- b. Chemical surface treatments: wet chemical modification (application of chemical liquids to the surface that increase the surface energy and remove surface impurities); acid etching (modification of the surface structure of the plastic material by using acid solutions); reactive gas treatment processes (an electrical discharge in a gas medium, known as corona plasma or flame burning).

In the case of ceramic materials, the roughness is increased by mechanical abrasion (with the aim of removing the superficial layer/surface glaze), and at the end, the resulting surface will be degreased with solvents. Before depositing the bonding alloy or the adhesive, it must be checked if the two surfaces that will participate in making the bonded joint create a contact on the entire surface. If they are in good contact then a final intervention will be performed, degreasing with solvents.

In the case of metallic materials, each type of material has specific solvents that degrease with efficiency: steels- volatile solvents such as toluene, acetone, methyl ethyl ketone, methyl alcohol, isopropyl alcohol and trichloro-ethylene; stainless steels – acetone or solutions for chemical pickling such as sulfuric acid, nitric acid mixed with hydrofluoric acid or molten salt or alkali baths; copper alloys- caustic soda (50% in aqueous solution) or dodecylbenzene-sulfonic acid; aluminium alloys- acetone, trichloro-ethylene, perchlorethylene or solutions for chemical pickling such as sulfuric acid, nitric acid mixed with hydrofluoric acid.

At this point the surfaces are prepared for contact with the adhesive, either it is deposited before the two parts are brought into contact, or it is introduced using its own surface tension upon contact with the solid material.

2.2 Bonding step

Selecting the right filler material and fluxes is the first step in the bonding process. Sometimes this stage is mistakenly seen as a preparation stage. It is a stage of the bonding process because it influences the subsequent setting of the values of the technological parameters. Tables 1 and 2 show the main filler

adaos care se pot utiliza pentru lipirea unor materiale tehnice, metalice și nemetalice.

materials that can be used for bonding some metallic and non-metallic materials.

Tabel 1. Tipuri de materiale de adaos pentru lipirea unor grupe de metale

Table 1. Types of filler materials for bonding different grupes of metals

Material de bază Parent material	Oțeluri Steels	Aliaje de cupru Copper alloys	Aliaje de aluminiu Aluminium alloys
Aliaje pentru lipire moale ($T_{topire} < 450^{\circ}\text{C}$) Soldering alloys ($T_{melting} < 450^{\circ}\text{C}$)	Oțeluri structurale Aliaje de lipire pe bază de plumb (Pb-Sn) Aliaje de lipire pe bază de staniu (Sn-Ag, Sn-Sb)	Aliaje de lipire pe bază de plumb (Pb-Sn) Aliaje de lipire pe bază de staniu (Sn-Ag, Sn-Ag-Cu, Sn-Sb)	-
	Oțeluri inoxidabile Aliaje de lipire pe bază de staniu (Sn-Ag, Sn-Ag-Cu, Sn-Sb)		
	Structural steels Lead-based solder alloys (Pb-Sn) Soldering alloys based on tin (Sn-Ag, Sn-Sb)	Lead-based solder alloys (Pb-Sn) Tin-based brazing alloys (Sn-Ag, Sn-Ag-Cu, Sn-Sb)	-
	Stainless steels Soldering alloys based on tin (Sn-Ag, Sn-Sb)		
Aliaje pentru lipire tare ($T_{topire} > 450^{\circ}\text{C}$) Brazing alloys ($T_{melting} > 450^{\circ}\text{C}$)	Oțeluri structurale Aliaje pe bază de argint (ex: aliajele argint-cupru sau argint-fosfor) Aliaje pe bază de nichel (ex: aliajele nichel-crom, nichel-fier sau nichel-cobalt) Aliaje pe bază de cupru (ex: aliajele de cupru-fosfor sau cupru-siliciu) Aliaje pe bază de cobalt (ex: stelit) Aliaje pe bază de aluminiu(ex: aliajele de aluminiu-siliciu sau aluminiu-magneziu)	Aliaje pe bază de argint (ex: aliajele argint-fosfor) Aliaje pe bază de nichel (ex: aliajele nichel-crom) Aliaje pe bază de cupru (ex: aliajele de cupru-fosfor sau cupru-siliciu) Aliaje pe bază de aluminiu(ex: aliajele de aluminiu-siliciu)	Unele aliaje de lipire pe bază de aluminiu (ex: aluminiu-magneziu, aluminiu-siliciu, aluminiu-cupru, aluminiu-mangan, aluminiu-crom)
	Oțeluri inoxidabile Aliaje pe bază de argint (ex: aliajele argint-cupru sau argint-fosfor) Aliaje pe bază de nichel (ex: aliajele nichel-crom, nichel-fier sau nichel-cobalt) Aliaje pe bază de cupru (ex: aliajele de cupru-fosfor sau cupru-siliciu) Aliaje pe bază de cobalt (ex: stelit)		
	Structural steels Silver-based alloys (eg: silver-copper or silver-phosphorus alloys) Nickel-based alloys (eg: nickel-chromium, nickel-iron or nickel-cobalt alloys) Copper-based alloys (ex: copper-phosphorus or copper-silicon alloys) Cobalt-based alloys (ex: stellite) Aluminium-based alloys (ex: aluminium-silicon or aluminium-magnesium alloys)	Silver-based alloys (eg: silver-phosphorus alloys) Nickel-based alloys (ex: nickel-chromium alloys) Copper-based alloys (ex: copper-phosphorus or copper-silicon alloys)	Some aluminium-based brazing alloys (eg: aluminium-magnesium, aluminium-silicon, aluminium-copper, aluminium-manganese, aluminium-chromium)
	Stainless steels Silver-based alloys (eg: silver-copper or silver-phosphorus alloys) Nickel-based alloys (eg: nickel-chromium, nickel-iron or nickel-cobalt alloys) Copper-based alloys (ex: copper-phosphorus or copper-silicon alloys) Cobalt-based alloys (ex: stellite)	Aluminium-based alloys (ex: aluminium-silicon alloys)	
Adezivi Adhesives	Adezivi epoxidici Adezivi cianoacrilici Adezivi pe bază de poliuretan Adezivi acrilici Adezivi pe bază de cauciuc	Adezivi epoxidici Adezivi cianoacrilici Adezivi pe bază de poliuretan Adezivi pe bază de argint Adezivi pe bază de cupru	Adezivi epoxidici Adezivi cianoacrilici Adezivi pe bază de poliuretan Adezivi pe bază de silicon
	Epoxy adhesives Cyan acrylic adhesives Polyurethane-based adhesives Acrylic adhesives Rubber-based adhesives	Epoxy adhesives Cyan acrylic adhesives Polyurethane-based adhesives Silver-based adhesives Copper-based adhesives	Epoxy adhesives Cyan acrylic adhesives Polyurethane-based adhesives Silicone-based adhesives

În funcție de materialul de adaos ales se pot stabili parametrii tehnologici ai procesului de lipire (temperatura și presiunea la care trebuie derulat procesul de lipire).

Depending on the chosen additive material, the technological parameters of the bonding process can be established (temperature and pressure used in the process).

Tabel 2. Tipuri de materiale de adaos pentru lipirea unor materiale nemetalice
Table 2. Types of filler materials for bonding different non-metal materials

Material de bază Parent material	Polimeri Polymers	Ceramice Ceramics	Compozite cu matrice ceramică Ceramic matrix composites
Adezivi Adhesives	Adezivi cianoacrilici	Adezivi epoxidici	Adezivi epoxidici
	Adezivi epoxidici	Adezivi pe bază de silicon	Adezivi pe bază de silicon
	Adezivi pe bază de poliuretan	Adezivi cianoacrilici	Adezivi cianoacrilici
	Adezivi pe bază de poliester	Adezivi pe bază de poliuretan	Adezivi pe bază de poliuretan
	Adezivi pe bază de cauciuc	Adezivi pe bază de polimeri termofuzibili	Adezivi pe bază de polimeri termofuzibili
	Cyan acrylic adhesives	Epoxy adhesives	Epoxy adhesives
	Epoxy adhesives	Silicone-based adhesives	Silicone-based adhesives
	Polyurethane-based adhesives	Cyan acrylic adhesives	Cyan acrylic adhesives
	Polyester-based adhesives	Polyurethane-based adhesives	Polyurethane-based adhesives
	Rubber-based adhesives	Thermoplastic-based adhesives	Thermoplastic-based adhesives

Fără o detaliere exhaustivă a procesului de lipire, aspectele tehnice privind această etapă fiind bine cunoscute, se vor prezenta numai unele elemente care sunt determinante pentru proiectarea SPL.

Pentru activarea materialele de adaos trebuie aduse în stare lichidă; așadar, în timpul procesului, unele materiale de adaos trebuie încălzite la o temperatură care să fie mai mare decât temperatura lor de topire cu 10-30°C. Majoritatea adezivilor sunt în stare lichidă la temperatura ambiantă, așadar în cazul lor nu este necesară aplicarea unei încălziri în timpul procesului de lipire.

După depunerea materialului de adaos pe materialul de bază sau pe ambele materiale de bază, realizarea contactului necesar formării îmbinării se face aplicând o presiune care depinde de capacitatea de umectare a materialului de adaos, de fluiditatea lui, de grosimea stratului de material de adaos depus, de geometriile componentelor de lipit, de forma îmbinării și, nu în ultimul rând, de capacitatea tehnică de a realiza această presiune. Aplicarea presiunii poate să dureze între câteva minute și chiar și 24 de ore.

2.3 Tratarea ulterioară a îmbinării lipite

Tratarea ulterioară a îmbinărilor lipite presupune derularea unor operații care să-i asigure acesteia o anumită estetică și anumite caracteristici mecanice, electrice etc. considerate drept corespunzătoare.

Astfel, o dată finalizat procesul de lipire, este necesară curățarea îmbinării de resturile de flux (dacă a fost utilizat flux), de resturile de material de adaos, aliaj de lipire sau adeziv (dacă s-a depus o cantitate mai mare decât cea necesară), de fumul depus

Without an exhaustive detailing of the bonding process, the technical aspects of this stage being well known, only some elements that are decisive for the SPL design will be presented.

For activation the additive materials must be brought to a liquid state, so during the process some additive materials must be heated to a temperature that is higher than their melting temperature by 10-30°C. Most adhesives are in a liquid state at room temperature, so in their case it is not necessary to apply heating during the bonding process.

After depositing the additive material on the base material or on both base materials, the contact required to form the joint is made by applying a pressure that depends on the wetting capacity of the additive material, on its fluidity, on the thickness of the deposited layer of additive material, the geometries of the components to be soldered, the shape of the joint and, last but not least, the technical ability to achieve this pressure. The application of pressure can last from a few minutes to even 24 hours.

2.3 Conditioning of the bond

The subsequent treatment of bonded joints requires carrying out some operations that ensure it a certain aesthetic and certain mechanical, electrical etc. characteristics. considered as appropriate. Thus, once the bonding process is completed, it is necessary to clean the joint from flux residues (if flux was used), from the residues of additive material, bonding alloy or adhesive (if a larger quantity than necessary was deposited), by the fumes deposited on the

pe suprafața materialelor de bază în urma încălzirii și arderii parțiale a aliajului de lipire și fluxului, precum și tratarea chimică (pasivarea suprafeței, polimerizarea sau întărirea adezivilor etc.) sau termică (detensionarea etc.) a îmbinării.

3. Proiectarea unei proceduri de lipire

O procedură de lipire corect structurată trebuie să conțină mai multe seturi de informații, unele tehnice, altele administrative.

Practic, este un document detaliat care descrie, pe de-o parte, condițiile în care trebuie derulat procesul de lipire, iar pe de altă parte, aspectele tehnologice directe legate de modul în care trebuie derulat procesul (tehnicile și parametrii specifici) pentru efectuarea unei operații de lipire într-o manieră standardizată și controlată.

Utilizarea unei astfel de proceduri este esențială pentru asigurarea calității procesului de lipire și a viitoareii îmbinări lipite.

3.1 Structura unei proceduri de lipire

Nu există standarde care să reglementeze conținutul unei proceduri de lipire, fie ea tare, moale sau cu adezivi. În cazul lipirii tari există standardul SR EN 13134:2002 *Lipire tare. Calificarea procedurilor de lipire tare* care descrie modul în care se face calificarea procedurii, ținând cont de variabilele esențiale ale procesului de lipire, dar nu sunt prezentate toate elementele tehnologice care fac obiectul procedurii. Cel mult este prezentat în acest standard un model pentru specificația procedurii de lipire tare.

O structură recomandată pentru procedura de lipire ar trebui să aibă cel puțin următoarele secțiuni:

1. Un titlu care să indice clar natura documentului și un număr de referință (un număr de identificare unic/cod) pentru a facilita referința și gestionarea documentului.
2. O specificare clară a scopului pentru care a fost elaborată procedura; scopul poate fi urmat de o serie de obiective cuantificabile, dar în definirea scopului trebuie specificată destinația procesului de lipire.
3. Un set de referințe (documente de reglementare la diverse niveluri – interne, naționale sau internaționale, ori standarde relevante utilizate ca referințe cum ar fi specificațiile materialelor, standardele de calitate sau procedurile de investigare).
4. O corectă comunicare a informațiilor tehnice sau administrative poate avea loc numai dacă am-

surface of the base materials following the heating and partial burning of the solder alloy and flux, as well as the chemical (surface passivation, polymerization or curing of adhesives etc.) or thermal (stress relief etc.) treatment of the soldered joint.

3. Designing of a bonding procedure

A properly structured bonding procedure must contain several sets of information, some technical, others administrative.

Basically, it is a detailed document that describes, on the one hand, the conditions under which the bonding process must be carried out, and on the other hand, the direct technological aspects related to the way in which the process must be carried out (techniques and parameters) for carrying out an operation of bonding in a standardized and controlled manner. The use of such a procedure is essential to ensure the quality of the soldering process and of the soldered joint.

3.1 Structure of a bonding procedure

There are no standards governing the content of a bonding procedure, be it hard, soft or with adhesives. In the case of hard soldering, there is the standard SR EN 13134:2002 *Brazing. Qualification of brazing procedures* which describes how to qualify the procedure, taking into account the essential variables of the brazing process, but not all the technological elements involved in the procedure are presented. At most, a model for the brazing procedure specification is presented in this standard.

A recommended structure for the bonding procedure should have at least the next sections:

1. A title clearly indicating the nature of the document and a reference number (a unique identification number/code) to facilitate reference of the document.
2. A clear specification of the purpose for which the procedure was developed; the goal can be followed by a series of quantifiable objectives, but the purpose of the bonding process must be specified in the definition of the goal.
3. A set of references (regulatory documents at various levels – internal, national or international, or relevant standards used as references such as material data, quality standards or investigation procedures).
4. A correct communication of technical or administrative information can only take place if both

bele părți, cea care elaborează procedura și cea care o citește pentru a o aplica, folosesc aceeași terminologie; din acest motiv trebuie introdusă o secțiune de definiții a termenilor care vor fi folosiți. Există în trecut standardul STAS 11212/2-84 Lipirea metalelor. Procedee de lipire. Clasificare și terminologie, standard care reglementa terminologia, dar a fost anulat și înlocuit parțial cu SR ISO 857:1994 Procedee de sudare, lipire tare și lipire moale. Vocabular, anulat, la rândul lui, în anul 2004, în versiunea în limba română și neînlocuit încă (existând însă în vigoare o versiune actualizată în limba engleză: ISO 857-2:2005 Welding and allied processes. Vocabulary. Part 2: Soldering and brazing processes and related terms).

5. O secțiune detaliată în care se va descrie procesul de lipire; în această secțiune se prezintă în detaliu procesul de lipire, inclusiv materialele și echipamentele utilizate, etapele procesului, ordinea operațiunilor și parametrii tehnologici (temperatură, presiune, timp de lipire, eventual grosimea stratului de material de adaos etc.).
6. O secțiune dedicată modului în care trebuie să fie făcută pregătirea suprafețelor înainte de aplicarea procesului de lipire; se vor descrie procedurile și metodele pentru pregătirea suprafețelor care urmează să participe la realizarea îmbinării lipite, inclusiv curățarea, degresarea și alte tratamente de suprafață necesar a fi aplicate înaintea procesului de lipire.
7. O secțiune în care se vor prezenta materialele de adaos selectate pentru a fi utilizate; se vor include aici instrucțiunile pentru selectarea și caracteristicile materialului de adaos (aliaj de lipire sau adeziv) și a fluxului (dacă este aplicabil flux), dar și procedurile de depozitare, manipulare și aplicare a aliajului.
8. O secțiune dedicată tratării ulterioare a îmbinărilor lipite.
9. O secțiune cu specificații privind verificarea îmbinărilor lipite (examinări, încercări, analize).
10. O secțiune în care să se specifice cerințele pentru înregistrarea și documentarea procesului de lipire, inclusiv completarea formularelor de control al calității și întreținerea înregistrărilor de proces.
11. O secțiune în care să fie specificate responsabilitățile celor care aplică procedura.
12. O secțiune în care să fie prezentate procedurile de aprobare și revizuire a SPL-ului, inclusiv identificarea persoanelor responsabile pentru aprobare și revizuire și frecvența revizuirilor.

parties, the one who issue the procedure and the one who apply it, use the same terminology; for this reason, a definition section of the terms must be introduced. In the past there was standard STAS 11212/2-84 Bonding of metals. Bonding procedures. Classification and terminology, standard that regulated terminology, but was replaced by SR ISO 857:1994 Welding, brazing and soldering processes. Vocabulary, in turn cancelled in 2004 in the Romanian version and not yet replaced (there is, however, an updated English version in force: ISO 857-2:2005 Welding and allied processes. Vocabulary. Part 2: Soldering and brazing processes and related terms).

5. A detailed section describing the bonding process; in this section the bonding process is presented in detail, including the materials and equipment used, the process stages, the order of operations and the technological parameters (temperature, pressure, bonding time, possibly the thickness of the filler layer etc.).
6. A section dedicated to how the surfaces must be prepared before applying the bonding process; the procedures and methods for the preparation of the surfaces that will participate in the realization of the bonded joint shall be described, including cleaning, degreasing and other surface treatments necessary to be applied before the bonding process.
7. A section where the additive materials selected to be used will be presented; instructions for the selection and characteristics of filler material (alloy or adhesive) and flux (if flux is used) and the procedures for storage, handling and application of the alloy shall be included.
8. A section dedicated to the subsequent conditioning of soldered joints.
9. A section with specifications on the verification of soldered joints (examinations, tests and analyses).
10. A section specifying requirements for recording and documenting the bonding process, including completion of quality control and process maintenance records.
11. A section specifying the responsibilities of those applying the procedure.
12. A section outlining the approval and review of the BPS, including identification of persons responsible for approval, review and the frequency of reviews.

Așadar, procedura este un document relativ extins, putând ajunge la 3-5 pagini, în funcție de complexitatea îmbinării și de complexitatea condițiilor pe care trebuie să le îndeplinească această îmbinare.

3.2 Comunicarea informațiilor procedurale către utilizator

Informația tehnică din procedura descrisă mai sus trebuie să ajungă la utilizatorul final, cel care va executa procesul de lipire. Transmiterea unei informații tehnice poate fi realizată în diverse moduri depinzând de mai mulți factori, cum ar fi: tipul de informației (de proiectare, tehnologică sau administrativă), audiența țintă (lipitorul/operatorul de lipire și nivelul de educație și instruire al acestuia) și contextul în care are loc comunicarea (lipitorul cunoaște sau nu produsul din care face parte îmbinarea, cunoaște sau nu caracteristicile tehnice pe care ar trebui să le aibă îmbinarea, este experimentat sau începător în ceea ce privește procesele de lipire, are experiență în citirea și înțelegerea unei proceduri tehnice, are sau nu posibilitatea să se consulte cu persoane mai experimentate asupra anumitor informații din procedură etc.).

O comunicare verbală a informației este utilă, dar nu în calitate de metodă de bază utilizată. Ea poate însoți alte metode și va avea scopul de a aduce lămuriri lipitorului asupra unor informații din procedură pe care nu le înțelege. Metoda de bază trebuie să fie tot comunicarea scrisă, însă parcurgerea de către utilizator (lipitorul sau operatorul lipitor) a unei proceduri create după descrierea de mai sus poate fi o activitate inconfortabilă, date fiind extinderea și complexitatea ei. S-a considerat astfel utilă crearea unor documente formale care să concentreze informațiile de proiectare, tehnologice și administrative într-un document simplu și de dimensiuni minime care să combine comunicarea scrisă cu cea vizuală. Aceste documente formale trebuie să prezinte informațiile organizate într-un format logic și bine structurat, începând cu o introducere clară și continuând cu secțiuni distincte pentru fiecare aspect al subiectului. Fiecare secțiune va trebui să folosească un limbaj clar și concis, evitând termenii tehnici excesiv de complicați sau jargonul/termenii populari, aceștia din urmă putând să creeze confuzii (de exemplu: utilizarea termenilor de „cusătură” sau „lipici” sau „clei” sau „rugină”, termeni care nu sunt termeni standard sau utilizarea unor forme greșite de termeni provenite din traducerea eronată a unor termeni standard, cum ar fi „torță” în loc de „arzător” sau „flamă” în loc de „flacăra” sau „aparat

So, the procedure is a relatively extensive document, which can reach 3-5 pages, depending on the complexity of the joint and the complexity of the conditions that this joint must meet.

3.2 Communication of procedural information to the user

The technical information from the procedure described above must reach the end user, the one who will perform the bonding process. The transmission of technical information can be done in various ways depending on several factors, such as: the type of information (design, technological or administrative), the audience (the bonder/bonding operator and his level of education and training) and the context in which the communication takes place (whether or not the bonder knows the product the joint is part of, knows or not the technical characteristics the joint should have, is experienced or new to soldering processes, has experience in reading and understanding of a technical procedure, has or does not have the opportunity to consult with more experts on certain information in the procedure etc.).

A verbal communication of information is useful, but not as the primary method used. It can accompany other methods and will have the purpose of bringing clarifications to the leech about some information in the procedure that he does not understand. The basic method must still be written communication, but going through a procedure created as described above by the user (bonder or bonding operator) can be an uncomfortable activity, given its extent and complexity. It was thus considered useful to create formal documents that would concentrate design, technological and administrative information in a simple and minimal document that would combine written and visual communication. These formal documents should present the information organized in a logical and well-structured format, starting with a clear introduction and continuing with distinct sections for each aspect of the topic. Each section will need to use clear and concise language, avoiding overly complicated technical terms or jargon/popular elements, the latter of which can create confusion (for example: using the terms "stitch" or "glue" or "glue" or "rust", terms that are not standard terms, or the use of wrong forms of terms resulting from the erroneous translation of standard terms, such as "torță" for "torch" or "flamă" for "flame" or "aparat de sudură" for "welding machine" etc.). Visual communication is extremely important in the

de sudură” în loc de „echipament pentru sudare” etc.). Comunicarea vizuală este extrem de importantă în domeniul tehnic, personalul din acest domeniu fiind obișnuiți să citească imagini, scheme, grafice sau tabele. Așadar, în documentul formal care se va crea, informația având caracter tehnologic sau de proiectare va trebui să fie prezentată sub una dintre aceste forme, dacă este posibil. Dintre toate modurile de prezentare a unei informații tehnice, imaginile pot ajuta la clarificarea informațiilor și la facilitarea înțelegerii.

Pornind de la aceste premise se poate proiecta o specificație a procedurii de lipire, adică exact documentul formal amintit mai sus. El va fi o fișă conținând minimul de informații necesare pentru derularea unui proces de lipire, care să fie repetitiv și să asigure un nivel de calitate al îmbinării lipite, cel puțin egal cu cel estimat.

Uneori însă, pentru îmbunătățirea transmiterii informațiilor din procedura de lipire, această specificație va trebui să fie însoțită de anumite anexe conținând detalieri ale unor etape/operații sau ale unor caracteristici de material, condiții de lucru etc.

3.3 Structura unei specificații preliminare a procedurii de lipire (pSPL)

Domeniul proceselor de lipire este relativ bine reglementat la nivel național și internațional, cel puțin la nivelul consumabilelor utilizate în procesul de lipire. Vorbind despre lipirea moale, la temperaturi mai mici de 450°C, reglementările sunt preponderent la nivel de domeniu, electronica fiind un bun exemplu în acest sens. Aici funcționează standardul J-STD-001 Requirements for Soldered Electrical and Electronic Assemblies, care conține specificații (cu aplicație industrială) pentru diferite ansambluri electronice și electrice, care sunt de obicei grupate pe clase de produs. Acest standard a fost dezvoltat de IPC (Institute of Printed Circuits) care este o asociație a producătorilor de circuite electronice, acreditată de American National Standards Institute (ANSI) ca organizație de dezvoltare a standardelor, al cărei scop este standardizarea cerințelor de asamblare și fabricare a echipamentelor și ansamblurilor electronice. Acest standard specifică criteriile, materialele și metodele de verificare pentru realizarea îmbinărilor lipite destinate contactelor electrice. Elementele considerate de acest standard ca fiind determinante pentru realizarea unui proces de lipire moale sunt: cerințe privind curățarea și reziduurile; materialul de adaos; procedeul de îmbinare prin lipire utilizat cu parametri tehnologici aferenți și tipul îmbinării. În ceea ce privește lipirea cu adezivi, ISO 21368:2022

technical field, as personnel in this field are used to reading pictures, diagrams, graphs or tables. So, in the formal document that will be created, information having a technological or design nature will have to be presented in one of these forms, if possible. Of all the ways to present technical information, images can help clarify information and facilitate understanding.

Starting from these premises, a specification of the bonding procedure can be designed, i.e. the formal document mentioned above. It will be a sheet containing the minimal information necessary to carry out a bonding process that is repetitive and ensures a level of quality of the joint, at least equal to that estimated. Sometimes, however, in order to improve the transmission of information from the bonding procedure, this specification will have to be accompanied by certain annexes containing details of some stages/operations or material characteristics, working conditions etc.

3.3 Structure of a preliminary soldering procedure specification (pBPS)

The field of soldering processes is relatively well regulated at national and international level, at least at the level of consumables used in the soldering process. Speaking about soldering, at temperatures lower than 450°C, the regulations are mainly at domain level, electronics being a good example in this sense. This is where the standard J-STD-001 Requirements for Soldered Electrical and Electronic Assemblies comes into play, which contains specifications (with industrial application) for various electronic and electrical assemblies, which are usually grouped by product classes. This standard was developed by IPC (Institute of Printed Circuits), which is an association of electronic circuit manufacturers, accredited by the American National Standards Institute (ANSI) as a standards development organization whose purpose is to standardize assembly and manufacturing requirements of electronic equipment and assemblies.

This standard specifies the criteria, materials and verification methods for making solder joints intended for electrical contacts. The elements considered by this standard to be decisive for the realization of a soldering process are: cleaning and residue requirements; the additive material; the bonded joint process used with the related technological parameters and the type of joint.

Regarding bonding with adhesives, ISO 21368:2022

Adhesives. Guidelines for the fabrication of adhesively bonded structures and reporting procedures suitable for the risk evaluation of such structures definește cerințele de calitate pentru lipirea cu adeziv în ceea ce privește procedurile de fabricație și raportare, atât în atelier, cât și pe șantier, având în structura sa: clasificarea îmbinărilor lipite prin lipire conform cerințelor de siguranță; competențele, personalului de lipire cu adezivi (Adhesive Bonding Personnel- ABP); proiectarea și verificarea îmbinărilor lipite adeziv; modul de întocmire a contractelor și sub-contractelor; manopera; mentenanța și reparațiile.

Datorită similitudinii (din punctul de vedere al caracteristicilor) dintre sudare și brazare, situație care face ca brazarea să aibă cel mai mare volum de aplicare după sudare în ceea ce privește îmbinarea metalelor, se constată o reglementare sensibil mai dezvoltată a domeniului brazării, comparativ cu cel al îmbinării moi sau îmbinării cu adezivi. Din lista de standarde în vigoare, standardele SR EN 13134:2002 Lipire tare. Calificarea procedurilor de lipire tare și SR EN 13585:2012 Lipire tare. Calificarea operatorilor pentru lipire tare sunt standardele în vigoare care oferă informații despre elementele care trebuie să compună structura unei specificații a procedurii de brazare. Este evident că informațiile principale care trebuie comunicate de către pSPL (aici trebuie menționat faptul că fiind vorba despre un proces de brazare, cele două standarde menționate folosesc abrevierea pBPS – Preliminary Brazing Procedure Specification, chiar și în versiunea în limba română a standardelor) sunt variabilele esențiale și valorile lor. În tabelele 3a și 3b sunt prezentate variabilele esențiale pentru procesul de lipire tare, așa cum sunt ele specificate de către cele două standarde.

Pornind de la reglementările stabilite pentru procedura de brazare se poate crea o specificație a procedurii și pentru procesele de lipire moale sau lipire cu adezivi.

Adhesives. Guidelines for the fabrication of adhesively bonded structures and reporting procedures suitable for the risk evaluation of such structures defines the quality requirements for adhesive bonding in terms of manufacturing and reporting procedures, both in the workshop and on the site, having in its structure: classification of soldered joints according to safety requirements; the skills, knowledge and experiences of Adhesive Bonding Personnel (ABP); design and verification of adhesively bonded joints; the way of drawing up contracts; labour; maintenance and repairs.

Due to the similarity (from the point of view of characteristics) between welding and brazing, a situation that makes brazing have the largest volume of application after welding in terms of joining metals, a significantly more developed regulation of the field of brazing is found, compared to that of soldering or bonding with adhesives. From the list of standards in force, the standards SR EN 13134:2002 Brazing. Qualification of brazing procedures and SR EN 13585:2012 Brazing. Qualification of brazing operators are the standards in force that provide information on the elements that must make up the structure of a brazing procedure specification. It is obvious that the main information that must be communicated by pSPL (here it should be noted that since it is a brazing process, the two mentioned standards use the abbreviation pBPS – Preliminary Brazing Procedure Specification, even in the Romanian version of the standards) are the variables essentials and their values.

Tables 3a and 3b show the essential variables for the brazing process as specified in the standards.

Starting from the established regulations for the brazing procedure, a procedure specification can also be created for soldering or adhesive bonding processes.

Tabel 3.a. Variabile esențiale conform SR EN 13134:2002

Variabile esențiale
Procedeul de lipire (brazare)
Tipul produsului
Tipul îmbinării
Grupa materialelor de bază
Tipul materialului de adaos (aliajului de lipire)
Modul de aplicare a materialului de adaos
Dimensiunea materialului de bază
Direcția de curgere a materialului de adaos
Gradul de mecanizare a procesului

Table 3.a. Essential variables according to SR EN 13134:2002

Essential variables
Brazing process
Product type
Type of joint
Parent material group(s)
Brazing filler metal type
Brazing filler application
Dimension
Filler metal flow direction
Degree of mechanization

Tabel 3.b. Variabile esențiale conform SR EN 13585:2012

Variabile esențiale
Procedeul de lipire (brazare)
Grupa materialelor de bază
Dimensiunea materialului de bază
Tipul materialului de adaos (aliajului de lipire)
Forma materialului de adaos (bară, pastă, etc.)
Modul de aplicare a materialului de adaos
Punctul de aplicare a materialului de adaos
Tipul fluxului
Forma fluxului (bară, pastă, etc.)
Modul de aplicare a fluxului
Punctul de aplicare a materialului de adaos
Produs care limitează înmuiere
Desenul și configurația ansamblului
Detalii despre dispozitivele de ghidare și cele de fixare
Metoda de curățare înaintea lipirii
Metoda de curățare după lipire
Tratament termic după lipire
Ciclul timp-temperatură
Măsurarea temperaturii
Alte (depinzând de procedeul utilizat)

Table 3.b. Essential variables according to SR EN 13585:2012

Essential variables
Brazing process
Parent material group(s)
Dimension
Brazing filler metal composition
Brazing filler metal type
Brazing filler application
Brazing filler application point
Brazing flux composition
Brazing flux type
Brazing flux application
Brazing filler application point
Softening limiting product
Drawing and configuration of the joint
Devices for mechanization and clamping
Cleaning method before brazing
Cleaning method after brazing
Heat treatment after brazing
Cycle time-temperature
Measurement of temperature
Others (depending on the applied process)

3.3.1 Conținutul specificației procedurii de lipire moale

Structura unei specificații a procedurii de lipire moale ar trebui să poată comunica informațiile tehnice și administrative prezentate în figurile 1, 2 și 3, astfel:

Secțiunea 1: Comunicarea cadrului în care se derulează procesul

- data și locul elaborării procedurii
- identificarea persoanei care derulează procesul
- aspecte legate de mecanizarea procesului (dispozitive de fixare, de poziționare-rotire, de fluxare-aplicare a aliajului de lipire etc.)
- identificarea persoanei care a întocmit pSPL și supraveghează procesul

Secțiunea 2: Comunicarea procesului care trebuie aplicat și a produsului care trebuie realizat

- Procesul: Identificarea procedurii, a materialelor de bază (tip, formă), a materialelor de adaos (aliaj de lipire, flux), a modului de aplicare a materialelor de adaos
- Produsul: Identificarea tipului de îmbinare, eventual identificarea ansamblului din care va face parte, dacă această informație presupune aspecte speciale privind modul de pregătire sau modul de operare în timpul lipirii

Secțiunea 3: Comunicarea modului și a dispozitivelor de pregătire înainte de lipire

Secțiunea 4: Comunicarea parametrilor de proces și a modului de operare

- parametrii de proces (timp de încălzire-menținere-răcire, temperaturi de preîncălzire-încălzire, parametrii dispozitivului de încălzire etc.)

3.3.1 Contents of the soldering procedure specification

The structure of a soldering procedure specification should be able to communicate the technical and administrative information shown in Figures 1, 2 and 3, thus:

Section 1: Communication of the framework in which the process takes place

- date and place of the elaboration
- identification of the bonder
- aspects related to the mechanization of the process (devices for fixing, positioning-rotation, for fluxing-applying the soldering alloy etc.)
- identification of the person who prepared the pSPL and oversees the process

Section 2: Communicating the process to be applied and the product to be made

- The process: Identification of the process, the basic materials (type, shape), the additive materials (soldering alloy, flux), the method of application of the additive materials
- The product: Identification of the type of joint, possibly identification of the assembly of which it will be part, if this information involves special aspects of the method of preparation or the method of operation during soldering

Section 3: Communicating the method and preparation devices for applying the bonding

Section 4: Communication of process parameters and mode of operation

- process parameters (heating-holding-cooling times, temperatures of preheating-heating, heating device parameters etc.)

- b. modul de operare (metodă și dispozitiv de încălzire, metodă de aplicare, direcție de introducere a vergelei sau de așezare a pastei, punct de aplicare, unghi de umectare etc.)

Secțiunea 5: Comunicarea elementelor care definesc eventualele tratamente termice (tip, mod de aplicare, temperaturi și timpi de încălzire-menținere-răcire, viteze de încălzire-răcire).

În figura 4 este prezentat un model de specificație a procedurii de lipire moale.

3.3.2 Conținutul specificației procedurii de lipire cu adezivi

Asemenea specificației procedurii de lipire moale și structura specificației procedurii de lipire cu adezivi trebuie să poată comunica informațiile tehnice și administrative legate de efectuarea unei îmbinări lipite. Urmând cadrul prezentat în capitolul 3.3.1, se stabilesc următoarele secțiuni pentru specificația procedurii de lipire cu adezivi:

Secțiunea 1: Comunicarea cadrului în care se derulează procesul

- a. data și locul elaborării procedurii
- b. identificarea persoanei care derulează procesul
- c. aspecte legate de mecanizarea procesului
- d. identificarea persoanei care a întocmit pSPL și supraveghează procesul

Secțiunea 2: Comunicarea procesului care trebuie aplicat și a produsului care trebuie realizat

- a. Procesul: Identificarea materialelor de bază și a adezivilor, precum și a modului de aplicare a adezivilor pe materialele de bază
- b. Produsul: Identificarea tipului de îmbinare, eventual identificarea ansamblului din care va face parte, dacă această informație presupune aspecte speciale privind modul de pregătire sau modul de operare în timpul lipirii

Secțiunea 3: Comunicarea modului și a dispozitivelor de pregătire a materialelor de bază.

Secțiunea 4: Comunicarea parametrilor de proces și a modului de operare

- a. parametrii de proces (timpi și temperaturi de încălzire-menținere-răcire dacă sunt cerute de adezivul utilizat, timp de întărire-polimerizare)
- b. modul de operare (metodă de aplicare a adezivului, mod de amestecare a componentelor dacă adezivul este format din două elemente, etc.).

În figura 5 este prezentat un model de specificație a procedurii de lipire cu adezivi.

- b. mode of operation (heating method and device, application method, direction of inserting the rod or placing the paste, application point, wetting angle etc.)

Section 5: Communicating the elements that define any heat treatments (type, method of application, heating temperatures, heating-cooling speeds, heating-holding-cooling times).

Figure 4 shows a model specification of the soldering procedure.

3.3.2 Contents of the adhesive bonding procedure specification

Like the soldering procedure specification and the structure of the adhesive bonding procedure specification, it must be able to communicate the technical and administrative information related to making a bonded joint. Using the same approach, the following sections are established for the specification of the adhesive bonding procedure:

Section 1: Communication of the framework in which the process takes place

- a. the date and place of procedure
- b. identification of the bonder
- c. aspects related to the mechanization
- d. identification of the person who prepared the pBPS and oversees the process

Section 2: Communicating the process to be applied and the product to be made

- a. Process: Identifying base materials and adhesives and how to apply adhesives
- b. The product: Identification of the type of joint, possibly identification of the assembly of which it will be part, if this information involves special aspects regarding the method of preparation or operation during bonding

Section 3: Communication of the method and devices for the preparation of base material.

Section 4: Communication of process parameters and mode of operation

- a. process parameters (heating-holding-cooling times and temperatures if required by the adhesive used, curing-polymerization time)
- b. mode of operation (method of applying the adhesive, method of mixing the components if the adhesive consists of two components, etc.).

Figure 5 shows a model specification of the adhesive bonding procedure.

Specificația procedurii de lipire moale	
Condiții de derulare a procesului de lipire	
Producător, Personal lipire	Produs
Loc	Tip îmbinare
Procedeul de lipire	Tip, dimensiuni material de bază (grupă, normă, compoziție chimică, placă/țevă, grosime, diametru)
Condiții de derulare (mediu, manual/mecanizat, ...)	Tip aliaje de lipire (tip, normă, vergea/ bară/pastă compoziție chimică, ...)
Poziția de derulare a procesului	Tip flux (grupa, norma, compoziție chimică, soluție lichidă/pastă,...)
Direcția de introducere a vergelei (dacă este aplicabil)	Metoda de pregătire a materialelor de bază
Desen și configurație ansamblu	
Parametrii tehnologici	
1. Parametrii de proces: temperaturi, timpi, unghi de umectare 2. Parametrii sursei termice: presiuni, debite și diametre duze în cazul încălzirii cu flacără, puterea sursei rezistive, parametrii fasciculului laser, putere lampă radiație infraroșie ...	
Mod de operare	
Modul în care se depune și se îndepărtează după acțiune fluxul, modul în care se depune aliajul de lipire, modul în care se aplică presiunea, modul în care se aplică încălzirea, metoda de curățare după lipire, etc.	
Tratament termic	
Preîncălzire, post-lipire	
Personal responsabil (Coordonatorul Proceselor de Îmbinare)	
Nume, prenume, semnătură	

Soldering Procedure Specification	
Conditions for the soldering process	
Manufacturer, soldering personnel	Product
Place	Type of joint
Soldering process	Type and dimensions of the base material (group, standard, chemical composition, plate/pipe, thickness, diameter)
Processing conditions (environmental, manual/mechanized, ...)	Type of soldering alloys (type, standard, rod/bar/paste, chemical composition, ...)
Soldering position	Type of flux (type, standard, chemical composition, liquid solution/paste, ...)
Direction of rod insertion (if applicable)	Method of preparation of base materials
Assembly drawing and configuration	
Technological parameters	
1. Process parameters: temperatures, times, wetting angle 2. Heat source parameters: pressures, flow rates and nozzle diameters in the case of flame heating, resistive source power, laser beam parameters, infrared radiation lamp power...	
Mode of operation	
How the flux is deposited and removed after action, how the solder is deposited, how the pressure is applied, how the heat is applied, the method of cleaning after soldering, etc.	
Heat treatment	
Pre-heating, post-heating	
Responsible personnel (Coordinator of Soldering)	
Name, Surname, signature	

Figura 4. Specificația procedurii de lipire moale - model
Figure 4. Soldering Procedure Specification - template

Specificația procedurii de lipire cu adezivi	
Condiții de derulare a procesului de lipire	
Producător, Personal lipire	Produs
Loc	Tip îmbinare
Procedeul de lipire (cu sau fără activarea specială a întăririi)	Tip, dimensiuni material de bază (grupă, normă, compoziție chimică, placă/țevă, grosime, diametru)
Condiții de derulare (manual/mecanizat, ...)	Tip adeziv (tip, normă, soluție lichidă/pastă, compoziție chimică, ...)
Poziția de derulare a procesului	Metoda de pregătire a materialelor de bază
Desen și configurație ansamblu	
Parametrii tehnologici	
1. Parametrii de proces: temperaturi dacă adezivul trebuie activat prin încălzire, timpi, unghi de umectare 2. Parametrii sursei termice: debit și temperatură jet de aer cald, puterea sursei rezistive, parametrii fasciculului laser, putere lampă radiație infraroșie ...	
Mod de operare	
Modul în care se depune adezivul, modul în care se aplică presiunea, modul în care se aplică încălzirea dacă este aplicabil, metoda de curățare după lipire, etc.	
Tratament termic	
Preîncălzire, post-lipire	
Personal responsabil (Coordonatorul Proceselor de Îmbinare)	
Nume, prenume, semnătură	

Adhesive Bonding Procedure Specification	
Conditions for the bonding process	
Manufacturer, soldering personnel	Product
Place	Type of joint
Bonding process	Type and dimensions of the base material (group, standard, chemical composition, plate/pipe, thickness, diameter)
Processing conditions (manual/mechanized, ...)	Type of adhesive (type, standard, chemical composition, liquid solution/paste, ...)
Bonding process position	Method of preparation of base materials
Assembly drawing and configuration	
Technological parameters	
1. Process parameters: temperatures if the adhesive needs to be activated by heating, times, wetting angle 2. Heat source parameters: flow rate and temperature of hot-air jet, resistive source power, laser beam parameters, infrared radiation lamp power...	
Mode of operation	
How the adhesive is deposited, how the pressure is applied, how the heat is applied, the method of cleaning after bonding, etc.	
Heat treatment	
Pre-heating, post-heating	
Responsible personnel (Coordinator of Bonding)	
Name, Surname, signature	

Figura 5. Specificația procedurii de lipire cu adezivi - model
Figure 5. Adhesive Bonding Procedure Specification - template

4. Concluzii

Procesele de lipire au aplicare relativă largă din punct de vedere al domeniilor în care se utilizează, dar și din punct de vedere al materialelor care se îmbină. Dacă pentru procesele de sudare utilizarea unei proceduri calificate de sudare este nelipsită, în cazul proceselor de lipire producătorii se „întâmplă

4. Conclusions

Bonding processes have relatively wide application in terms of the fields in which they are used, but also in terms of the materials being joined. If for welding processes the use of a qualified welding procedure is essential, in the case of soldering processes manufacturers "happen to forget" the need for such a document, because the requirements are not al-

să uite” necesitatea unui astfel de document, fiindcă nici impunerile nu sunt întotdeauna foarte stricte. Nici standardizarea actuală în domeniul proceselor de lipire nu creează un sistem infailibil din acest punct de vedere. Majoritatea reglementărilor sunt la nivel de ramură industrială sau chiar la nivel de producător. Singură brazarea, datorită necesităților legate de caracteristicile mecanice ale îmbinării, este supusă unui sistem de standarde relativ bine construit. În cazul proceselor de lipire moale condițiile de calitate vizează preponderent alte caracteristici decât cele de rezistență mecanică. În cazul proceselor de lipire cu adezivi, condițiile de calitate încep cu rezistența mecanică, dar simplitatea operației de lipire, probabil, a făcut ca un astfel de proces să poată fi aplicat și fără utilizarea unei proceduri calificate. O specificație a procedurii de lipire ar trebui să poată comunica utilizatorului și inspectorului toate informațiile relevante pentru derularea procesului și pentru realizarea îmbinării. Ea va conține secțiuni de prezentare a informațiilor care să se refere la identificarea condițiilor de lucru, identificarea materialelor implicate, forma detaliată a îmbinării, modul de operare și parametrii tehnologici, iar dacă este necesar și tratamentul termic aferent. Variabilele esențiale pentru calificarea unei proceduri de lipire moale sau lipire cu adezivi pot fi identificate fie în baza unei experiențe practice, fie în baza unor standarde, acolo unde există.

ways very strict either. Even the current standardization in the field of soldering processes does not create an infallible system from this point of view. Most regulations are at the industry level or even at the manufacturer level. Brazing alone, due to the requirements related to the mechanical characteristics of the joint, is subject to a relatively well-constructed system of standards. In the case of soldering processes, the quality conditions mainly refer to other characteristics than those of mechanical strength. In the case of adhesive bonding processes, the quality conditions start with mechanical strength, but the simplicity of the bonding operation probably made such a process applicable even without the use of a skilled procedure.

A specification of the bonding procedure should be able to communicate to the user and the inspector all the information relevant to the process and the making of the joint. It will information related to the identification of the working conditions, the identification of the materials involved, the detailed form of the joint, the mode of operation and the technological parameters, and if necessary, the related heat treatment. The essential variables for qualifying a soldering or adhesive bonding procedure can be identified either from practical experience or from standards where they exist.

Bibliografie/References

- [1] J-STD-001 Requirements for Soldered Electrical and Electronic Assemblies
- [2] SR EN 13134:2002 Lipire tare. Calificarea procedurilor de lipire tare
- [3] SR EN 13585:2012 Lipire tare. Calificarea operatorilor pentru lipire tare
- [4] ISO 21368:2022 Adhesives. Guidelines for the fabrication of adhesively bonded structures and reporting procedures suitable for the risk evaluation of such structures
- [5] ISO 13895 Adhesives- Guidelines for the Surface Preparation of Plastics
- [6] ISO 857-2:2005 Welding and allied processes. Vocabulary. Part 2: Soldering and brazing processes and related terms
- [7] ASTM D 2093 Standard Recommended Practice for Preparation of Surfaces of Plastics Prior to Adhesive Bonding
- [8] ASTM D 2651 Standard Recommended Practice for Preparation of Metal Surfaces for Adhesive Bonding

Pentru citare:

Savu, I.D., Chivu, O.R., Savu, A.M., Motounu, D.C., Design of a bonding technology. Bonding procedure specifications, Sudura, nr. 1 (2024), year XXXIV, 14-28