

Condiții necesare pentru realizarea unei îmbinări sudate de calitate

Necessary conditions for making a quality welded joint

Francisc Tusz^{1*}, Gabriella Meszar¹

¹ s.c. Top Level s.r.l., ARAD

Rezumat

Pregătirea în vederea sudării este importantă, prin prisma riscului de apariție a fenomenelor de fisurare dovedit de practică. Lucrarea prezintă elementele practice principale legate de fazele care trebuie derulate în timpul procesului de pregătire în vederea sudării. Sunt tratate curățarea mecanică și cea chimică, poziționarea corespunzătoare a componentelor de sudat, realizarea tratamentului termic de preîncălzire și modul de proiectare și executare a sudurilor de prindere provizorie. Aceste suduri de prindere provizorie, trebuie efectuate în aceleași condiții în care este făcută sudarea rădăcinii: același procedeu de sudare, aceiași parametri tehnologici și același material de adaos. Este necesară elaborarea de documentații specifice, cu instrucțiuni de lucru, prin care tehnologul să transmită modul în care trebuie efectuată pregătirea în vederea sudării.

Cuvinte cheie

Pregătirea în vederea sudării, curățarea componentelor de sudat, preîncălzirea, suduri de prindere provizorie, tensiuni

Abstract

Preparation for welding is important, in view of the risk of occurrence of cracking phenomena proven by practice. The paper presents the main practical elements related to the phases that must be carried out during the welding preparation process. The mechanical and chemical cleaning, the proper positioning of the components to be welded, the realization of the preheating heat treatment and the design and execution of the temporary fastening welds are covered. These temporary attachment welds must be performed under the same conditions as the root weld: the same welding process, the same technological parameters and the same filler material. It is necessary to develop specific documentation, with work instructions, through which the technologist conveys how the preparation for welding should be carried out.

Keywords

Preparation for welding, cleaning of components to be welded, preheating, tack welds, stresses

1. Introducere

Lucrarea tratează cronologic fazele și condițiile necesare a fi aplicate pentru realizarea unei suduri cu un nivel corespunzător de calitate, de la curățarea suprafețelor care vor participa la realizarea sudurii, montarea componentelor de sudat, prinderea provizorie, tratamentul termic de preîncălzire, până la sudarea rădăcinii, subliniind problemele care apar în cadrul fiecăreia dintre fazele enumerate. Fazele de la sudarea rădăcinii până la recepția finală a îmbinării sunt bine documentate.

2. Prinderea provizorie prin sudare

Prinderea provizorie (haftuirea) este una dintre fazele tehnologiei de montare și realizare a îmbinărilor nedemontabile ale unei structuri în construcție sudată. Această fază este, în general, tratată superficial de către mulți producători de

1. Introduction

The work deals chronologically with the phases and conditions necessary to be applied to make a weld with an appropriate level of quality, from the cleaning of the surfaces that will participate in making the weld, the mounting of the components to be welded, the temporary clamping, the preheating thermal treatment, until the welding of the root, outlining the issues that arise within each of the listed phases. The phases from root welding to final receipt of the joint are well documented.

2. Temporary fastening by tack welding

Tack welding (stitching) is one of the phases of the technology of mounting and making non-removable joints of a structure in welded construction. This phase is generally treated superficially by many manufacturers of welded

structuri sudate. În nici un document nu sunt specificate informații legate de valorile parametrilor de sudare utilizați, de utilaje necesare a fi implicate, de materialele de adaos, calificările, certificările necesare, atât pentru procedeele de sudare utilizate, cât și pentru sudorii sau personalul auxiliar implicați.

În majoritatea cazurilor aceste faze sunt executate de către lăcătușul sau muncitorul care execută montarea structurii, liber sau cu fixare în dispozitiv, personal care are cunoștințe insuficiente despre tehnologiile care vizează procesul de prindere provizorie prin sudare. Acest personal implicat, nu are cunoștințe suficiente nici despre procesul de sudare care urmează a fi aplicat. Cu toate acestea, deși riscul de apariție a unor probleme specifice este mare, nici controlul de calitate a prinderilor provizorii prin sudare nu este unul corespunzător, având de multe ori caracterul de superficial. Un exemplu în acest sens este neverificarea de către inspectorii de calitate a lungimii sudurilor de prindere provizorie, a craterului rezultat în partea de final a sudurii, a existenței unor eventuale microfisuri în craterul final (figura 1), a efectuării preîncălzirii, etc. Nerespectând cele de mai sus pot apărea defecte mari în structură, până la fisurarea completă a sudurilor realizate. Dacă se caută indicații scrise, instrucțiuni concrete despre executarea prinderilor provizorii conform cerințelor de calitate impuse de standardele în vigoare, este aproape imposibil a se găsi astfel de specificații concrete, iar literatura care pune astfel de problematici are o abordare la nivel cel mult superficial. Dacă, însă, se ia în considerare faptul că prinderea provizorie face parte integrantă din rădăcina sudurii, aceasta trebuie să fie executată cel puțin la nivelul de calitate al sudurii care urmează a fi realizată, adică cu un regim conform instrucțiunilor definite în specificația procedurii de sudare (WPS) a produsului.

Foarte rar, înaintea sudării efective a rădăcinii, se îndepărtează sudurile de prindere provizorie cu ajutorul unui disc abraziv de 2-3 mm. În cele mai multe dintre cazuri, însă, sudurile de prindere provizorie nu se vor îndepărta, ele trebuind a fi pregătite înainte de sudarea efectivă a rădăcinii. Această pregătire constă din aplicarea / polizarea unei „penițe” (figura 2) atât la începutul cât și la sfârșitul sudurii de prindere provizorie. Astfel, se obține o continuitate la dimensiunea rădăcinii, respectiv se evită lipsa de pătrundere în dreptul întâlnirii sudurii de rădăcină cu sudurile de prindere provizorie.

structures. No document specifies information related to the values of the welding parameters used, the equipment required to be involved, the additional materials, qualifications, certifications required for the welding procedures used and for the welders or other personnel involved.

In most cases, these phases are performed by the locksmith or the worker who performs the assembly of the structure, free or with fixation in the device, personnel who have insufficient knowledge of the technologies aimed at the process of tack welding. This involved staff does not have sufficient knowledge about the welding process to be applied either. However, although the risk of specific problems is high, the quality control of tack welds is not adequate either, often being superficial. An example in this sense is the non-verification by the quality inspectors of the length of the provisional attachment welds, the resulting crater in the final part of the weld, the existence of possible microcracks in the final crater (figure 1), the performance of preheating, etc. Disregarding the above may cause major defects in the structure, up to complete cracking of the welds made. If you are looking for written indications, concrete instructions on the execution of tack welds according to the quality requirements imposed by the standards in force, it is almost impossible to find such concrete specifications, and the literature that poses such issues has an approach at the most superficial level. If, however, it is taken into account that the temporary clamping is an integral part of the root of the weld, it must be performed at least at the quality level of the weld to be made, i.e. with a regimen according to the instructions defined in the welding procedure specification (WPS) of the product.

Very rarely, before the actual welding of the root, the tack welds are removed with the help of a 2-3 mm abrasive disk. In most cases, however, the temporary hold welds will not be removed, as they must be prepared prior to the actual root welding. This preparation consists of applying / polishing a "feather" (figure 2) both at the beginning and at the end of the tack weld. Thus, a continuity is obtained in the size of the root, i.e. the lack of penetration near the meeting of the root weld with the provisional attachment welds is avoided.

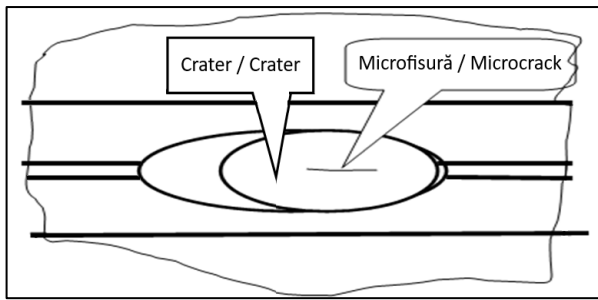


Fig. 1 Crater cu microfisuri în sudura pentru prindere provizorie
Fig. 1 Crater with microcracks in a tack weld

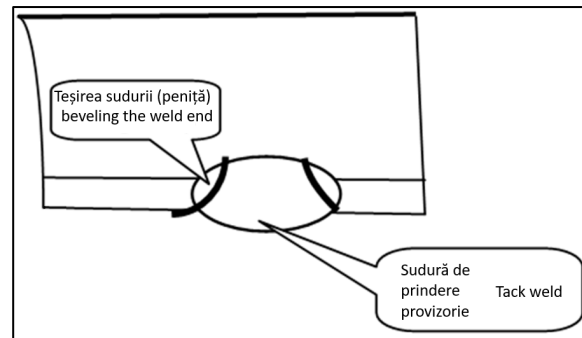


Fig. 2 Polizarea unei „penițe” la capetele sudurilor pentru prindere provizorie
Fig. 2 Grinding the ends of the tack welds

Din aceste considerente rezultă că este nevoie de o documentație de execuție a prinderii provizorii prin sudare. Acest lucru necesită studierea WPS elaborată pentru structura sudată respectivă, la nivelul clasei de calitate cerut în documentația produsului, respectând următoarele:

a) Compoziția chimică a structurii, grosimea componentelor, precum și temperatura minimă de exploatare a produsului, solicită un tratament termic de preîncălzire, care se va executa conform celor prevăzute în WPS pentru sudarea structurii și se va aplica înaintea realizării sudurilor de prindere provizorie.

b) Procedeele de sudare, tipul și puterea echipamentului de sudare, materialul de adaos, parametrii de sudare, precum și temperatura de preîncălzire se vor alege conform instrucțiunilor date pentru sudarea rădăcinii în WPS elaborată pentru structura dată.

c) Pentru dimensiunile (lungime, grosime) sudurilor de prindere provizorie și pentru distanța dintre ele este necesar a se elabora o instrucțiune tehnologică care va ține cont de grosimea componentelor (pentru grosimi mici se vor aplica prinderi provizorii mai dese și pentru grosimi mari mai rare, la fel pentru grosimi mici se va aplica o prindere dintr-un strat, pentru grosimi mari cu mai multe straturi).

e) Se vor teși prin polizare începutul și sfârșitul fiecărei suduri de prindere provizorie („penițe”).

f) Verificarea vizuală cu lupă a sudurilor de prindere provizorie, mai ales în craterul final.

În general structurile sudate sunt montate și prinse provizoriu prin sudare în dispozitive, iar sudarea se execută în general în dispozitive de poziționare și fixare, pentru ca fiecare sudură să fie executată în poziție optimă.

Înainte de realizarea rădăcinii, conform WPS elaborat în acest scop, se va preîncălzi structura.

From these considerations a documentation of the execution of the tack welding is needed. This requires studying the WPS developed for the respective welded structure, at the level of the quality class required in the product documentation, respecting the following:

a) The chemical composition of the structure, the thickness of the components, as well as the minimum operating temperature of the product, require a pre-heating heat treatment, which will be performed according to the WPS specifications for welding the structure and will be applied before the tack welds are made.

b) The welding process, the type and power of the welding equipment, the filler material, the welding parameters, as well as the preheating temperature will be chosen according to the instructions given for root welding in the WPS developed for the given structure.

c) For the dimensions (length, thickness) of the tack welds and for the distance between them, it is necessary to develop a technological instruction that will take into account the thickness of the components (for small thicknesses, tack welds will be applied more often and for large thicknesses rarer, similarly for small thicknesses a single-layer weld will be done, for large thicknesses multiple layers).

e) It will be grinded the beginning and the end of each tack weld.

f) Visual inspection with a magnifying glass of the tack welds, especially in the final crater.

In general, the welded structures are assembled and temporarily fastened by welding in fixtures, and welding is generally performed in positioning and fixing devices, so that each weld is performed in the optimal position. Before making the root, according to the WPS developed for this purpose, the construction will be preheated.

Prinderea provizorie prin sudare se execută cu aceleași materiale și tehnologie ca și sudarea rădăcinii. Ea constă din depunerea unui rând de sudură de lungime mică și intermitentă. Este important să se evite ca sudurile de prindere provizorie să fie concav, fiindcă aceasta conduce la cratere marginale.

Este necesară completarea documentației cu niște instrucțiuni specifice în acest sens care să cuprindă: curățarea suprafețelor, montarea componentelor, prinderea provizorie și tratamentul de preîncălzire.

3. Curățarea suprafețelor pe care se va suda

Curățarea suprafețelor pe care se va suda este foarte importantă, fiindcă impuritățile lăsate pe suprafață influențează calitatea viitoarei suduri. Impuritățile ajunse în baie conduc la formarea zgurii, porilor, incluziunilor metalice și nemetalice sau diminuează procesele de aliere specifice și dorite. În cazul petelor de ulei și/sau grăsimi, pe lângă creșterea susceptibilității de fisurare asistate de hidrogen (la rece), mai apar și probleme legate de inflamabilitatea acestora, cu efecte directe în aprinderea de flăcări deschise și, implicit, riscuri de potențiale incendii. Din acest motiv, este necesară o curățare corespunzătoare a grăsimilor. Impuritățile solide (oxizi, vopsea, țunder, etc.) se pot îndepărta mecanic. Petele de ulei și unsoare pot fi îndepărtate prin spălare cu diluant. Pe cale chimică pot fi îndepărtate și vopselele și oxizii de pe suprafață. În astfel de cazuri, înainte de sudare, trebuie așteptat până când piesele s-au uscat.

3.1 Curățarea mecanică

Curățarea mecanică, așadar, se aplică în cazul oxizilor, țunderului, vopselelor, respectiv altor impurități asemănătoare. Pentru aceasta, la oțeluri, pe suprafețe mici, se pot utiliza perii de sârmă, dar cele mai potrivite sunt periile de sârmă rotunde montate pe polizoare electrice sau pneumatice. În acest caz este importantă utilizarea echipamentelor de protecția muncii (mănuși, ochelari, bocanci, etc). Dacă suprafața este cu grăsime și ulei, după îndepărtarea impurităților de suprafață prin prelucrare mecanică este necesară și o curățare chimică.

3.2 Curățarea chimică

În cazul curățării chimice, impuritățile dispar sau se transformă. Păstrarea curată a suprafeței după

Tack welding is performed with the same materials and technology as root welding. It consists of depositing a short and intermittent weld row. It is important to avoid that the tack welds are concave, as this leads to marginal craters.

It is necessary to complete the documentation with some specific instructions in this regard, which include: cleaning the surfaces, mounting the components, temporary clamping and preheating treatment.

3. Cleaning the surfaces to be welded

Cleaning the surfaces to be welded is very important, because the impurities left on the surface influence the quality of the future weld. Impurities in the bath lead to the formation of slag, pores, metallic and non-metallic inclusions or diminish the specific and desired alloying processes. In the case of oil and/or grease stains, in addition to the increased susceptibility to hydrogen-assisted (cold) cracking, there are also problems related to their flammability, with direct effects in the ignition of open flames and, implicitly, risks of potential fires. For this reason, proper fat cleaning is necessary. Solid impurities (oxides, paint, dirt, etc.) can be removed mechanically. Oil and grease stains can be removed by washing with thinner. Paints and oxides from the surface can also be removed chemically. In such cases, before welding, it is necessary to wait until the parts have dried.

3.1 Mechanical cleaning

Mechanical cleaning, therefore, is applied in the case of oxides, rust, paints, respectively other similar impurities. For this, on steels, on small surfaces, wire brushes can be used, but the most suitable are round wire brushes mounted on electric or pneumatic grinders. In this case, it is important to use work protection equipment (gloves, glasses, boots, etc.). If the surface has grease and oil, after removing the surface impurities by mechanical processing, a chemical cleaning is also necessary.

3.2 Chemical cleaning

In the case of chemical cleaning, impurities disappear or transform. Keeping the surface

procesul de curățare este foarte importantă, pentru că impuritățile de pe suprafață influențează în mod negativ depunerea prin sudare. În cadrul procesului de păstrare a curățeniei suprafeței trebuie să se evite și reoxidarea suprafeței. Acest lucru se poate evita utilizând vopsele care conțin pulbere de aluminiu, acestea neîmpiedicând amorsarea arcului și neimpurificând baia de metal topit. Partea tratată va avea o culoare asemănătoare cu cea a aluminiului și va fi protejată până la câteva luni.

clean after the cleaning process is very important, because impurities on the surface negatively influence welding deposition. In the process of keeping the surface clean, reoxidation of the surface must also be avoided. This can be avoided by using paints containing aluminium powder, which do not prevent arc priming and do not contaminate the molten metal bath. The treated part will have a colour similar to aluminium and will be protected for up to several months.

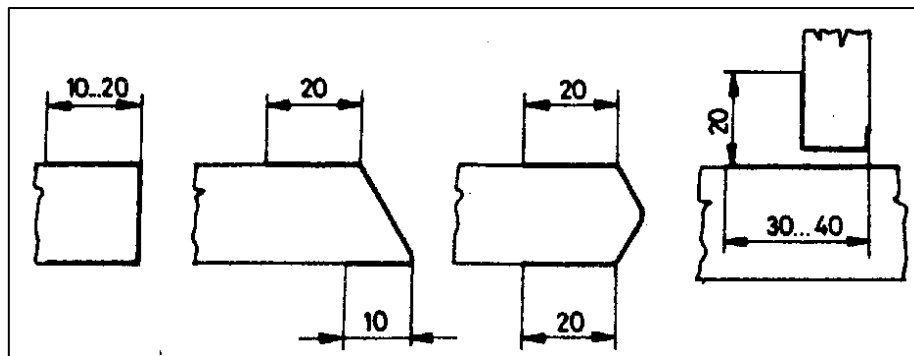


Fig. 3 Zonele recomandate a fi curățate
Fig. 3 Areas recommended to be cleaned

4. Montarea componentelor

Montarea componentelor, cu potrivirea acestora în poziția dorită, este un pas important din operația pregătitoare.

Componentele se potrivesc cu rostul prevăzut în desenele de execuție. La componente mai groase (peste 6 mm) trebuie ținut cont de contracția unghiulară și, proporțional cu aceasta, montarea componentelor se va face cu un unghi invers de aceeași valoare.

Pentru potrivirea tablelor la nivel se pot utiliza magneți plani. Pentru piese mai mari pot fi utilizați electromagneți, aceștia având puteri mai mari. În lipsa acestora pot fi utilizate dispozitive speciale de montat, mecanice sau de altă natură.

5. Execuția sudurilor de prindere provizorie

Lucrările de pregătire pentru sudare se încheie cu prinderea provizorie. Prinderea provizorie înseamnă fixarea componentelor în poziția de sudare. Prinderea provizorie este o operație pregătitoare care influențează mult calitatea operației de sudare, de aceea trebuie executată cu o atenție mărită.

Distanța dintre sudurile de prindere trebuie foarte bine aleasă, pentru că dacă distanța este prea mare apar denivelări (figura 4), iar invers, dacă sudurile de prindere sunt foarte dese pot apărea

4. Mounting the components

Mounting the components, fitting them in the desired position, is an important step in the preparatory operation.

The components match the joint provided in the execution drawings. For thicker components (over 6 mm) the angular shrinkage must be taken into account and, proportionally to this, the mounting of the components will be done with an inverse angle of the same value.

Flat magnets can be used to match the boards flush. For larger parts, electromagnets can be used, as they have higher powers. In their absence, special mounting devices, mechanical or of another nature, can be used.

5. Making tack welds

Preparatory work for welding ends with temporary clamping. Temporary clamping means fixing the components in the welding position. Temporary clamping is a preparatory operation that greatly influences the quality of the welding operation; therefore, it must be performed with increased attention.

The distance between the tack welds must be chosen very well, because if the distance is too large, bumps appear (figure 4), and conversely, if the tack welds are very frequent, cracks may

fisuri în metalul depus. În general, lungimea prinderilor provizorii este de 3-4 ori grosimea componentelor, iar distanța dintre ele este de 20-40 ori grosimea componentelor. Acestea se vor executa exact ca și trecerile de sudare de la rădăcină. Este important să nu fie executate cu formă concavă, fiindcă această formă conduce la formarea de cratere marginale. Procedul de sudare și parametrii de sudare utilizați pentru realizarea sudurilor de prindere provizorie trebuie să corespundă integral cu cele prevăzute în WPS. În mod obligatoriu, sudorul care execută sudurile de prindere provizorie trebuie să aibă certificat conform SR EN ISO 9606-1.

Prinderea provizorie este o lucrare pregătitoare care are o influență decisivă asupra calității sudurii finite, așa că trebuie executată cu mare grijă. Așadar, pentru a evita suprapunerea la prinderea provizorie, plăcile trebuie să fie deschise în formă de pană (figura 5) sau secvența de prindere provizorie trebuie aleasă corespunzător (figura 6). Este recomandabil la fixarea structurilor cu piese multe și repetitive utilizarea unor dispozitive speciale de montare.

appear in the deposited metal. In general, the length of the tack welds is 3-4 times the thickness of the components, and the distance between them is 20-40 times the thickness of the components. These will be performed exactly like the weld passes from the root. It is important that they are not executed with a concave shape, because this shape leads to the formation of marginal craters. The welding procedure and the welding parameters used to make the tack welds must fully correspond to those provided in the WPS. Mandatorily, the welder who performs the tack welds must have a certificate according to SR EN ISO 9606-1.

Temporary clamping is a preparatory work that has a decisive influence on the quality of the finished weld, so it must be performed with great care. So, to avoid overlapping in provisional clamping, the plates must be opened in a wedge shape (figure 5) or the provisional clamping sequence must be chosen accordingly (figure 6). It is advisable to use special mounting devices when fixing structures with many and repetitive parts.

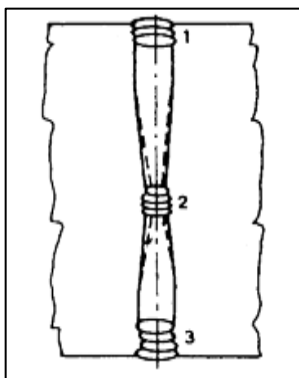


Fig. 4 Prinderea provizorie
Fig. 4 Tack welding

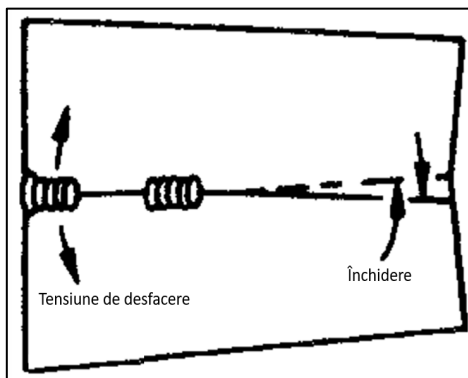


Fig. 5 Deplasarea capetelor componentelor de sudat, produsă de tensiunile remanente la sudare

Fig. 5 Displacement of the ends of the components to be welded, produced by residual stresses during welding

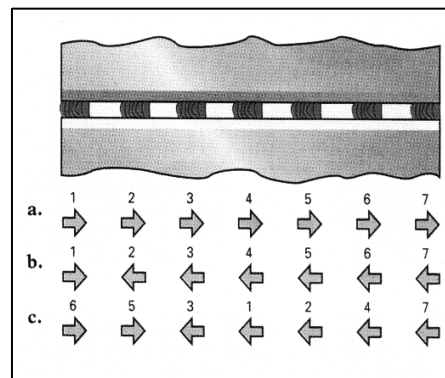


Fig. 6 Metode pentru prinderea provizorie
a. de la un capăt al îmbinării către celălalt
b. în pas de pelerin
c. pas de pelerin începând de la mijloc spre capete

Fig. 6 Methods to apply tack welding

a. from one end of the joint to the other
b. in a pilgrim's pace
c. pilgrim's step from the middle towards the ends

6. Tratamentul termic de preîncălzire

Preîncălzirea este necesară dacă oțelul tinde să se călească sau se dorește ca deformările să fie cât mai mici. De exemplu, la prinderea provizorie prin sudare a două plăci, dacă structura se răcește, la realizarea celei de-a treia suduri de prindere provizorie, aceasta împiedică deplasarea între ele a celor două plăci.

Dacă marginile plăcilor sunt preîncălzite la 300°C, plăcile se răcesc lent la punctul unde se aplică a cea de-a treia sudură de prindere provizorie, astfel

6. Preheating heat treatment

Preheating is necessary if the steel tends to harden or deformations are desired to be as small as possible. For example, when two plates are temporarily joined by welding, if the structure cools down, when the third temporary joint weld is made, it prevents the two plates from moving between them.

If the edges of the plates are preheated to 300°C, the plates cool slowly at the point where the third temporary clamping weld is applied,

încât această a treia sudură suportă o contracție redusă, cu un risc de fisurare relativ mic.

Timpul de preîncălzire este în totdeauna determinat de complexitatea structurii. Dacă structura de prelucrat este complexă, preîncălzirea trebuie făcută lent, deoarece diferitele zone ale secțiunii transversale se încălzesc la viteze diferite, iar dacă aceasta nu are loc uniform se creează tensiuni în structură. În cazul structurilor complexe timpul de preîncălzire poate fi și de câteva ore. Acest lucru nu este necesar pentru table subțiri, aici încălzirea cu flacăra fiind suficientă.

Unele dintre cele mai importante aspecte ale preîncălzirii sunt următoarele:

- În cazul în care o structură trebuie să fie preîncălzită, prinderile prin sudare deja realizate trebuie și ele preîncălzite la o temperatură cu cel puțin 50°C mai mare față de cea prevăzută pentru structură;
- Lățimea zonei pe care se face preîncălzirea trebuie să fie mai mare decât va fi lățimea sudurii;
- Temperatura de preîncălzire trebuie menținută pe tot parcursul procesului de sudare;
- Pentru structurile complexe viteza de încălzire ar trebui să fie lentă, de câteva ore;
- Trebuie luate în considerare compoziția chimică a materialului și grosimea componentelor de sudat când se alege temperatura de preîncălzire.

Temperatura de preîncălzire este temperatura la care structura ce urmează a fi sudată trebuie încălzită înainte de prinderea provizorie, respectiv înainte de sudare, și care trebuie menținută pe tot parcursul procesului de sudare.

7. Concluzii

În multe cazuri, după realizarea îmbinărilor nedemontabile prin sudare, apare fisurarea acestora. Făcând o analiză detaliată a fazelor care concură la realizarea acestor îmbinări, s-au scos în evidență foarte multe defecte de execuție.

În primul rând inexistența documentației de execuție a acestor faze, respectiv utilizarea unor executanți care nu au cunoștințe corespunzătoare în domeniul sudării.

În prezenta lucrare fiecare fază de execuție a fost tratată prin prisma eliminării apariției defectelor, începând de la curățarea suprafețelor (mecanică, chimică), montarea cu potrivirea componentelor, preîncălzirea și prinderea provizorie.

so that this third weld endures little shrinkage with relatively little risk of cracking.

Preheating time is always determined by the complexity of the structure. If the structure to be machined is complex, preheating must be done slowly, because different areas of the cross section heat up at different rates, and if this does not occur uniformly, stresses are created in the structure.

In the case of complex structures, the preheating time can be several hours. This is not necessary for thin sheets, here flame heating is sufficient.

Some of the most important aspects of preheating are as follows:

- If a structure needs to be preheated, the welding connections already made must also be preheated to a temperature at least 50°C higher than that provided for the structure;
- The width of the preheating area must be greater than the width of the weld;
- The preheat temperature must be maintained throughout the welding process;
- For complex structures the heating rate should be slow, for several hours;
- The chemical composition of the material and the thickness of the components to be welded must be considered when choosing the preheat temperature.

The preheating temperature is the temperature at which the structure to be welded must be heated before the provisional attachment, respectively before welding, and which must be maintained throughout the welding process.

7. Conclusions

In many cases, after making non-removable joints by welding, cracking process occurs. By doing a detailed analysis of the phases that compete to make these joints, many execution defects were highlighted. First of all, the lack of documentation for the execution of these phases, respectively the use of executors who do not have adequate knowledge in the field of welding. In the present work, each phase of execution was treated from the perspective of eliminating the occurrence of defects, starting from surface cleaning (mechanical, chemical), assembly with component matching, preheating and provisional clamping.

Este necesară elaborarea de fișe cu instrucțiuni tehnologice care să specifice toate elementele necesare pentru execuție. Pe lângă cele specificate în WPS (procedeu, parametri de sudare, temperatura de preîncălzire etc.) aceste fișe trebuie să cuprindă: lungimea prinderii provizorii, grosimea prinderii provizorii și ordinea aplicării prinderii provizorii. Atât în realizarea WPS, cât și în realizarea fișei de instrucțiuni tehnologice, cât și în executarea efectivă a pregătirii în vederea sudării, importantă este experiența practică.

It is necessary to develop sheets with technological instructions that specify all the elements necessary for execution. In addition to those specified in the WPS (procedure, welding parameters, preheat temperature, etc.) these sheets must include: the length of the tack welds, the thickness of the tack welds and the order of application of the tack welds. Both in making the WPS and in making the technological instruction sheet, and in the actual execution of the preparation for welding, practical experience is important.

Bibliografie

References

- [1] Tusz, F., 2003. Tratat de sudură, Editura Sudura, ISBN 973-8359-19-8
- [2] Gati, J., 2003. Hegesztési zsebkönyv, Editura Cokom Miskolc, ISBN: 963 210 742 X
- [3] Neumann, A., Kluge, D., 1992. Fertigungsplanung in der Schweisstechnik (Fachbuchreihe Schweisstechnik), DVS Media GmbH, ISBN: 978-3871551239

Pentru citare:

Tusz, F., Meszar, G., Necessary conditions for making a quality welded joint, Sudura, nr. 4 (2023), year XXXIII, x-y