

Variabilele neesențiale la sudarea polimerilor

Non-essential variables in polymers welding

Daniel Cătălin Motounu^{1*}, Ionel Dănuț Savu², Remus Socol³

¹ Inspekția de Stat pentru Controlul Cazanelor, Recipientelor sub Presiune și Instalațiilor de Ridicat

² Universitatea din Craiova

³ Universitatea din Craiova, doctorand

Rezumat

Calificarea procedurilor de sudare și autorizarea operatorilor sudori în PEHD sunt organizate în jurul variabilelor esențiale definite de către prescripțiile tehnice PT CR 7-2013 și PT CR 9-2013. Aceste variabile esențiale sunt însoțite de către un set de variabile neesențiale despre care se vorbește mai puțin, atât în procesele de calificare cât și în cele de asamblare prin sudare efectivă. Lucrarea își propune evidențierea importanței acestor variabile neesențiale, de ele depinzând calitatea sudurilor realizate. Sunt prezentate efectele a trei categorii de variabile esențiale: temperaturile și timpii implicați în ciclul de sudare, împreună determinând cantitatea de căldură introdusă în materialul țevilor; presiunile implicate în ciclul de sudare, determinând corectitudinea contactului dintre cele două materiale de bază; și pregătirea în vederea sudării, care poate avea mai multe aspecte și care poate influența atât forma cât și dimensiunile sau rezistența mecanică a îmbinării sudate.

Cuvinte cheie

Țevi din PEHD, variabile esențiale și neesențiale, rezistență mecanică, pregătirea în vederea sudării, calitatea sudurilor

Abstract

The qualification of welding procedures and the authorization of welding operators in PEHD are organized around the essential variables defined by the technical prescriptions PT CR 7-2013 and PT CR 9-2013. These essential variables are accompanied by a set of less-discussed non-essential variables in both the qualification and actual weld assembly processes. The paper aims to highlight the importance of these non-essential variables, as the quality of the welds depends on them. The effects of three categories of essential variables are presented: the temperatures and times involved in the welding cycle, together determining the amount of heat introduced into the pipe material; the pressures involved in the welding cycle, determining the correctness of the contact between the two basic materials; and preparation for welding, which can have several aspects and can influence both the shape and dimensions or the mechanical strength of the welded joint.

Keywords

HDPE pipes, essential and non-essential variables, mechanical strength, preparation for welding, quality of welds

1. Introducere

Materialele plastice sunt materiale cu funcționalități multiple, considerate de unii autori materiale avansate datorită combinațiilor armonioase dintre caracteristicile de rezistență mecanică suficient de bune, caracteristicile înalte de plasticitate și disponibilitate (posibilitatea de elaborare ieftină și facilă). Utilizarea acestor materiale a început să crească prin anii 70-80 ai secolului trecut, au cunoscut un maxim în primul deceniu al secolului actual, după care, din motive legate de protecția mediului, aplicarea lor a stagnat și chiar a început ușor să scadă, cel puțin în unele domenii de activitate cum ar fi ospitalitatea sau industria alimentelor. Polimerii continuă, însă, să fie sunt utilizați într-un volum mare în multe domenii, în aplicații în care ajung să înlocuiască materialele tradiționale precum fonta,

1. Introduction

Plastic materials are materials with multiple functionalities, considered by some authors as advanced materials due to the harmonious combinations between sufficiently good mechanical resistance characteristics, high plasticity characteristics and availability (possibility of cheap and easy elaboration). The use of these materials began to increase in the 70-80s of the last century, they experienced a maximum in the first decade of the current century, after which, for reasons related to environmental protection, their application stagnated and even began to slightly decrease, the little in some fields of activity such as hospitality or the food industry. Polymers continue, however, to be used in large volume in many fields, in applications where they end up

oțelul și alumiuniul, în special datorită costului redus și rezistenței la coroziune. Astfel, una dintre aplicațiile materialelor plastice, apărute în anii 80 și continuând să fie utilizată pe scară largă, a fost confecționarea de conducte pentru transportul fluidelor sub presiune. În această aplicație materialele plastice înlocuiesc, după cum s-a precizat anterior, oțelurile sau fontele, utilizate înainte de anii 80 cu preponderență pentru astfel de aplicații. Fie că este vorba despre fonta și oțelul, pe de o parte, fie că este vorba despre polimeri, de pe altă parte, tehnicile de îmbinare a conductelor sunt relativ cunoscute și există o bună experiență practică în ceea ce privește aplicarea proceselor de sudare. Cu toate acestea, experiența autorilor, rezultată în urma participării directe la un număr relativ mare de situații industriale de îmbinare a conductelor pentru transportul apei și gazelor naturale, scoate în relief faptul că procesele de sudare sunt derulate în mare parte de către sudori și chiar supravegheate de către Responsabili Tehnic cu Sudura care nu înțeleg pe deplin influențele anumitor parametri tehnologici și de îmbinare asupra calității viitoarei suduri. Numite de către standardele internaționale (ex. ISO 9606), dar și de reglementările ISCIR în vigoare (PT CR 7-2013, PT CR 9-2013 [1,2]) „variabile esențiale”, influența acestor parametri tehnologici și de îmbinare este relativ puțin cunoscută de către producătorii de rețele de transport și distribuție. PT CR 9-2013 definește, însă, și o altă categorie de variabile, pe care le numește „neesențiale”. Aceste variabile neesențiale sunt acele variabile care nu influențează caracteristicile mecanice și / sau metalurgice ale îmbinării sudate. Prescripția se oprește însă aici și nu mai amintește nimic despre importanța acestor variabile neesențiale. Caracterul de „esențial” sau „neesențial” este strict legat de domeniul în care funcționează o procedură de sudare aprobată. Variabilele esențiale definesc domeniile de funcționare ale procedurii, pe când cele neesențiale nu au legătură directă cu aceste domenii. Dar acest fapt nu înseamnă că ele nu sunt importante pentru calitatea viitoarei suduri. Simplă utilizare a unei proceduri de sudare, fără conștientizarea cumulului de efecte pe care le au împreună variabilele esențiale și cele neesențiale, poate conduce la obținerea unor suduri de joasă calitate și chiar la rebutarea lor, dându-se de obicei vina pe echipament sau pe material. În prezenta lucrare se prezintă pe scurt modurile în care parametrii tehnologici influențează calitatea îmbinărilor realizate pe țevi din PEHD.

replacing traditional materials such as cast iron, steel and aluminium, especially due to their low cost and corrosion resistance. Thus, one of the applications of plastic materials, which appeared in the 80s and continues to be widely used, was the manufacture of pipes for transporting fluids under pressure. In this application, plastic materials replace, as previously stated, steels or cast irons, used mainly for such applications before the 80s. Whether it is cast iron and steel, on the one hand, or polymers, on the other hand, pipe joining techniques are relatively well known and there is good practical experience in the application of welding processes. However, the authors' experience, resulting from direct participation in a relatively large number of industrial situations of joining water and natural gas pipelines, highlights the fact that welding processes are mostly carried out by welders and even supervised by Welding Technicians who do not fully understand the influences of certain technological and joining parameters on the quality of the future weld. Named by international standards (e.g. ISO 9606), but also by the ISCIR regulations in force (PT CR 7-2013, PT CR 9-2013 [1,2]) "essential variables", the influence of these technological and joining parameters is relatively little known by producers of transport and distribution networks.

PT CR 9-2013, however, also defines another category of variables, which it calls "non-essential". These non-essential variables are those variables that do not influence the mechanical and/or metallurgical characteristics of the welded joint. But the prescription stops there and does not mention anything about the importance of these non-essential variables.

The character of "essential" or "non-essential" is strictly related to the field in which an approved welding procedure operates.

Essential variables define the operating domains of the procedure, while non-essential variables are not directly related to these domains. But this fact does not mean that they are not important for the quality of the future weld.

Simply using a welding procedure without realizing the cumulative effects of essential and non-essential variables together can lead to poor quality welds and even rejection, usually blamed on the equipment or the material.

This paper briefly presents the ways in which technological parameters influence the quality of welded joints made on PEHD pipes.

1.1 Prescripțiile PT CR 7-2013 și PT CR 9-2013

Prescripțiile PT CR 7-2013 și PT CR 9-2013 [1,2] sunt documente tehnice care au drept scop stabilirea cerințelor tehnice pentru aprobarea procedurilor de sudare și respectiv pentru autorizarea sudorilor pentru oțel, aluminiu, aliaje de aluminiu și pentru PEHD, proceduri și sudori care vor sta la baza derulării de operații de sudare folosite la montarea, instalarea și repararea instalațiilor sub presiune și a instalațiilor de ridicat supuse regimului de supraveghere și de verificare tehnică ISCIR. Este evident că această prescripție tehnică este în deplină concordanță cu principalele acte normative care reglementează domeniul amintit mai sus: Legea nr. 64/2008 privind funcționarea în condiții de siguranță a instalațiilor sub presiune, instalațiilor de ridicat și a aparatelor consumatoare de combustibil, Ordonanța Guvernului nr. 129/2000 privind formarea profesională a adulților aprobată prin Legea nr. 375/2002.

1.2 Responsabilul Tehnic cu Sudura

Responsabilul tehnic cu sudura (RTS) este categoria de personal tehnic de specialitate, angajat al unei persoanei juridice, atestat de ISCIR, și care, desemnat fiind de către angajator, este responsabil cu elaborarea și avizarea documentațiilor tehnice privind lucrările de sudare în vederea aprobării procedurilor de sudare și de autorizare a sudorilor.

Așadar, RTS este cel care ar trebui să cunoască, în primul rând, care sunt variabilele esențiale și cele neesențiale, să cunoască influențele pe care acestea le introduc atât în procesul de sudare, cât și în calitatea îmbinărilor sudate. Ei ar trebui să își transfere aceste cunoștințe și către sudori, pentru a-i avertiza asupra potențialului de generare a unor imperfecțiuni de material în timpul sudării, dacă nu țin cont de aceste influențe. RTS este persoana care elaborează procedura de sudare, completează specificația procedurii de sudare și pregătește condițiile atât pentru activitățile de sudare propriu-zisă, cât și pentru activitățile de calificare a procedurilor de sudare și a personalului sudor.

2. Variabilele esențiale și variabilele neesențiale

În acceptul ISCIR, prin „variabilă esențială de sudare” se înțelege acel parametru tehnologic de

1.1 The prescriptions of PT CR 7-2013 and PT CR 9-2013

The prescriptions PT CR 7-2013 and PT CR 9-2013 [1,2] are technical documents that aim to establish the technical requirements for the approval of welding procedures and respectively for the authorization of welders for steel, aluminium, aluminium alloys and for PEHD, procedures and welders that will stand on the basis of the welding operations used in the assembly, installation and repair of pressure installations and lifting installations subject to the supervision and technical verification regime of ISCIR. It is obvious that this technical prescription is in full accordance with the main normative acts that regulate the field mentioned above, among which are mentioned: Law no. 64/2008 regarding the safe operation of pressure installations, lifting installations and fuel-consuming devices, Government Ordinance no. 129/2000 regarding professional training of adults approved by Law no. 375/2002.

1.2 The Technical Responsible for Welding

The welding technical manager (RTS) is the category of specialized technical staff, employed by a legal entity, certified by ISCIR, and who, being appointed by the employer, is responsible for drawing up and approving the technical documentation regarding the welding works in order to approve the procedures of welding and authorization of welders.

Therefore, it is the RTS who should know, first of all, what are the essential and non-essential variables, to know the influences they introduce both in the welding process and in the quality of the welded joints. They should also transfer this knowledge to welders to warn them of the potential for material imperfections to be generated during welding if they do not take these influences into account.

The RTS is the person who develops the welding procedure, completes the welding procedure specification and prepares the conditions for both the actual welding activities and the activities for the qualification of welding procedures and welding personnel.

2. Essential variables and non-essential variables

In the context of ISCIR, "essential welding variable" means that technological welding

sudare care poate fi modificat și a cărei modificare produce efecte sensibile asupra calității viitoarei îmbinări sudate. Sunt considerate factori determinanți la aprobarea procedurilor de sudare și la autorizarea sudorilor. Toate procedurile de sudare sunt aprobate în baza unui anumit set de valori pentru variabilele esențiale. Toate autorizările de sudori sunt acordate în baza unui anumit set de valori pentru variabilele esențiale. Orice modificare în afara domeniului de valabilitate al unei proceduri de sudare aprobate sau al unei autorizații acordate, necesită aprobarea unei noi proceduri de sudare sau o nouă autorizare a sudorului respectiv.

Variabilele neesențiale de sudare nu influențează domeniile de funcționare ale unei proceduri aprobate, ar au un potențial ridicat de influențare a calității sudurii.

Atât pentru PT CR 7-2013 cât și pentru PT CR 9-2013 variabilele esențiale sunt [1,2]:

- Tipul îmbinării
- Materialele de bază
- Diametrul nominal
- Raportul dimensional standard SDR
- Procedeul de sudare

Așadar, orice modificare a unuia sau mai multor dintre acești parametri va determina necesitatea calificării unei noi proceduri, în vederea aprobării. Se poate observa că acești parametri nu sunt parametri tehnologici, parametri ai procesului de sudare. Parametrii tehnologici de proces, pentru procedeul de sudare cu element încălzitor drept (SD) sunt următorii [3-5]:

- Presiune de adaptare
- Timp de încălzire
- Presiune de încălzire
- Timp de încălzire
- Timp de schimb / eliminare / pauză
- Temperatură de sudare
- Timp de creștere presiune
- Presiune de sudare
- Timp de sudare
- Presiune de răcire
- Timp răcire

Aceștia sunt variabile considerate de prescripție drept „neesențiale”, dar nu prin prisma eronată a unei eventuale lipse de importanță a lor, ci prin prisma influențării domeniului în care funcționează procedura de sudare. Se poate intui ușor că importanța lor tehnologică este imensă. Devine o problemă serioasă respectarea limitată a valorilor acestora, așa cum sunt ele specificate de către procedura de sudare. Fapt care, din

parameter that can be changed and whose change produces significant effects on the quality of the future welded joint. They are considered determining factors in the approval of welding procedures and the authorization of welders. All welding procedures are approved based on a certain set of values for essential variables. All welders' authorizations are granted based on a specific set of values for essential variables. Any change outside the scope of an approved welding procedure or a given authorization requires the approval of a new welding procedure or a new authorization of the respective welder.

Non-essential welding variables do not influence the operating domains of an approved procedure, they would have a high potential to influence the quality of the weld.

For both PT CR 7-2013 and PT CR 9-2013 the essential variables are [1,2]:

- The type of joint
- Basic materials
- Nominal diameter
- SDR standard aspect ratio
- The welding process.

Therefore, any change to one or more of these parameters will determine the need to qualify a new procedure, in order to be approved.

It can be noted that these parameters are not technological parameters, parameters of the welding process. The process technological parameters for the straight heating element (SD) welding process are as follows [3-5]:

- Adaptation pressure
- Adaptation time
- Heating pressure
- Heating time
- Change / removal / break time
- Welding temperature
- Pressure increase time
- Welding pressure
- Welding time
- Cooling pressure
- Cooling time.

These are variables considered as "non-essential", but not in terms of their importance, but in terms of influencing the field in which the welding procedure operates. One can easily intuit that their technological importance is immense.

The limited adherence to their values as specified by the welding procedure becomes a serious problem. A fact which, unfortunately, is not a fanciful one. There are many situations in

nefericire, nu este unul fantezist. Există multe situații în care se întâlnesc abateri și cu 20% de la valorile specificate de procedura de sudare. În continuare se vor prezenta unele dintre influențele acestor variabile neesențiale asupra calității sudurii realizate.

3. Influențe ale parametrilor tehnologici asupra calității îmbinării sudate

Parametrii tehnologici vizează două aspecte importante legate de derularea procesului de sudare: realizarea unui contact suficient între cele două materiale de bază și aducerea celor două materiale de bază, local, în starea fluid-vâscoasă, stare în care se poate derula orice proces de prelucrare a polimerului [6,7].

Abordând strict procedeul de sudare cu element încălzitor drept (SD), acesta se desfășoară conform ciclogramei din figura 1. Există o fază de adaptare a materialului la transferul de căldură dinspre elementul încălzitor spre materialul polimeric, o fază de încălzire efectivă, pentru a se aduce polimerul în stare fluid-vâscoasă, urmată de îndepărtarea elementului încălzitor și sudarea propriu-zisă [3,7].

Prima și ultima fază, adică adaptarea și sudarea propriu-zisă, se derulează în condițiile unor contacte ale suprafețelor frontale ale țevelor realizate cu forțe de apăsare mari, pentru a se îmbunătăți transferul termic în prima fază și contactul intim pentru sudare, în faza de final.

Faza de încălzire se derulează sub acțiunea unor forțe mult mai mici (aproximativ 10% din valoarea forțelor utilizate pentru adaptare și sudare) pentru a se evita expulzarea materialului aflat în stare fluid-vâscoasă, din zona de sudare.

În urma aplicării unei astfel de ciclograme se va obține o sudură având forma și caracteristicile dimensionale din figura 2.

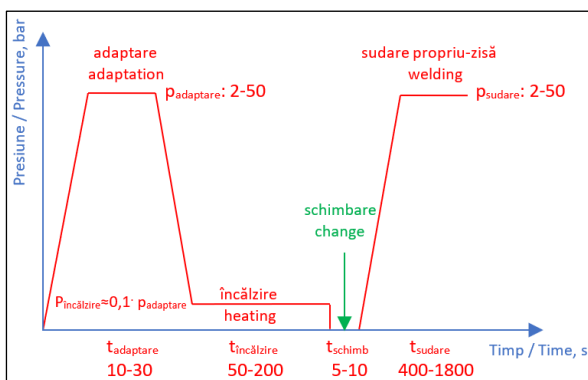


Fig. 1 Ciclograma procesului de sudare prin procedeul SD
Fig. 1 Cycle diagram of SD process

which deviations of even 20% from the values specified by the welding procedure are encountered.

In the following, some of the influences of these non-essential variables on the quality of the weld will be presented.

3. Influences of technological parameters on the quality of the welded joint

The technological parameters aim at two important aspects related to the welding process: achieving sufficient contact between the two base materials and bringing the two base materials, locally, into the fluid-viscous state, a state in which any processing process can be carried out the polymer [6,7].

Strictly speaking the straight heating element (SD) welding process, it proceeds according to the cycle diagram in figure 1. There is an adaptation phase of the material to the heat transfer from the heating element to the polymer material, an effective heating phase, to bring the polymer in a fluid-viscous state, followed by the removal of the heating element and the actual welding [3,7].

The first and last phases, i.e. the actual fitting and welding, take place under the conditions of contacts of the front surfaces of the pipes made with high pressure forces, in order to improve the heat transfer in the first phase and the intimate contact for welding, in the final phase.

The heating phase takes place under the action of much lower forces (approximately 10% of the value of the forces used for adaptation and welding) to avoid the expulsion of the material in a fluid-viscous state from the welding area.

Following the application of such a cyclogram, a weld will be obtained with the shape and dimensional characteristics of figure 2.

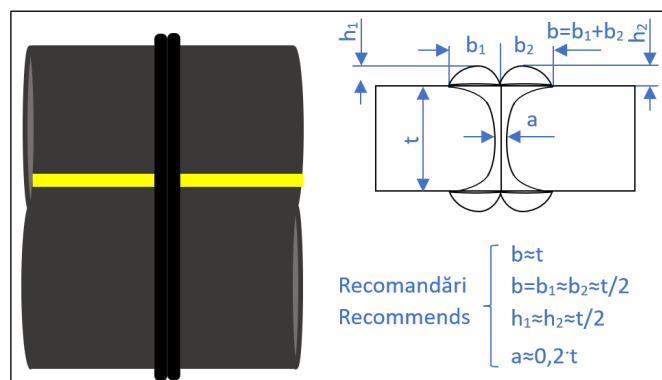


Fig. 2 Caracteristicile de formă și dimensionale ale unei suduri SD
Fig. 2 Shape and dimensional characteristics of a SD weld

Parametrii tehnologici se pot stabili de către RTS prin încercări în condiții de laborator sau în condiții de șantier, pornind de la recomandările făcute de producătorii de echipamente pentru sudare. Orice abatere de la valorile stabilite și înregistrate în specificația procedurii de sudare va avea repercusiuni asupra formei și dimensiunilor sudurii.

3.1 Variabilă neesențială – cantitate insuficientă de căldură introdusă în material

Cum una dintre condițiile care trebuie îndeplinite în timpul sudării este aceea ca materialul de bază să fie adus în starea fluid-vâscoasă, trebuie îndeplinite condițiile unui transfer termic optim dinspre sursa termică (elementul încălzitor) și materialele de bază. Acest transfer depinde de temperatura la care este reglat elementul încălzitor termostatat, de suprafața de contact dintre materialul de bază și elementul încălzitor (aria suprafeței frontale a țevelor), de gradul de pregătire a suprafețelor frontale (netedă, plată, perpendiculară pe axa țevei, fără impurități de tipul prafului, grăsimilor, umezelii, etc.) și de forța de apăsare a materialului de bază pe elementul încălzitor.

În funcție de modul de corelare al acestor factori este determinată cantitatea de căldură care intră în materialul de bază (figura 3) [3-5,7].

În cazul în care această cantitate de căldură este insuficientă, evident că dimensiunile prezentate în figura 2 vor fi mai mici decât cele recomandate (figura 4).

Implicit, dacă materialul va fi încălzit excesiv, caracteristicile dimensionale vor avea valori superioare celor recomandate. În ambele dintre cazuri, însă, va fi afectată rezistența mecanică a îmbinării. Afectarea va fi cu atât mai mare, cu cât abaterea de la valoarea recomandată a căldurii va fi mai mare, ajungându-se chiar la nerealizarea sudurii.

The technological parameters can be established by RTS through tests in laboratory conditions or in site conditions, starting from the recommendations made by the manufacturers of welding equipment. Any deviation from the values established and recorded in the welding procedure specification will have repercussions on the shape and dimensions of the weld.

3.1 Non-essential variable – insufficient amount of heat introduced into the material

As one of the conditions that must be met during welding is that the base material is brought to the fluid-viscous state, the conditions for an optimal heat transfer from the heat source (heating element) and the base materials must be met. This transfer depends on the temperature at which the thermostatic heating element is adjusted, on the contact surface between the base material and the heating element (the area of the front surface of the pipes), on the degree of preparation of the front surfaces (smooth, flat, perpendicular to the axis of the pipe, without impurities such as dust, grease, moisture, etc.) and the pressing force of the base material on the heating element. Depending on how these factors correlate, the amount of heat entering the base material is determined (figure 3) [3-5,7].

If this amount of heat is insufficient, obviously the dimensions shown in figure 2 will be smaller than those recommended (figure 4). By default, if the material will be heated excessively, the dimensional characteristics will have values higher than those recommended. In either case, however, the mechanical strength of the joint will be affected. The damage will be all the greater, the greater the deviation from the recommended value of the heat will be, even reaching the non-realization of the weld.

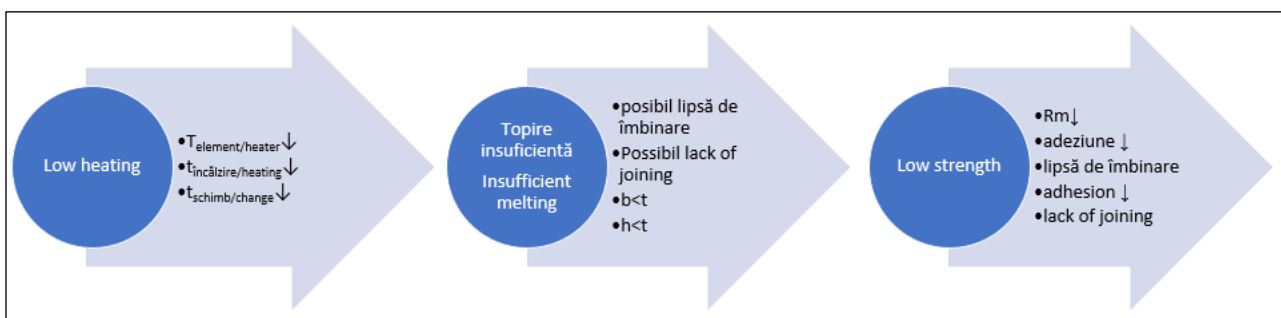


Fig. 3 Influența unor variabile neesențiale asupra încălzirii și asupra caracteristicilor finale ale îmbinării
Fig. 3 Influence of non-essential variables on heating and final joint characteristics

În **figura xx** este prezentată o situație în care sudura prezintă o bavură a cărei lățime este mai mică decât grosimea materialului de bază datorită unei încălziri insuficiente a acestuia. În **figura 5** este prezentată situația în care o încălzire excesivă a produs obținerea unei bavuri exagerat de mari.



Fig. 4 Îmbinări cu suduri prea subțiri datorită încălzirii insuficiente [8]

Fig. 4 Joints with too thin welds due to insufficient heating

Ambele situații nu sunt acceptate, presiunea interioară putând provoca fisurarea îmbinării. Este una dintre situațiile relativ des întâlnite în practica de șantier când, din diverse motive, pregătirea suprafețelor frontale nu este corespunzătoare sau parametrii tehnologici au valori diferite decât cele înregistrate în specificația procedurii de sudare. Variabilele neesențiale presiune, temperatură și timp conlucrează afectând calitatea sudurii.

3.2 Variabilă neesențială – contact insuficient sau exagerat între suprafețele frontale

Contactul insuficient dintre fiecare material de bază și elementul încălzitor din fazele de adaptare și încălzire, precum și contactul insuficient dintre cele două materiale de bază din timpul sudării propriu-zise sunt situații care sunt produse, pe de o parte de pregătirea necorespunzătoare a suprafețelor frontale ale celor două țevi, iar pe de altă parte de nerespectarea valorilor recomandate pentru presiunile din ciclograma de proces (**figura 6**).

În ambele situații sudura va avea dimensiuni mai mici decât cele recomandate, iar rezistența ei mecanică va avea de suferit (**figura 7**).

Valori prea mari ale presiunilor va avea drept efect obținerea unor suduri cu dimensiuni exagerate și,

Figure xx shows a situation where the weld has a burr whose width is smaller than the thickness of the base material due to insufficient heating of the material.

Figure 5 shows the situation in which excessive heating produced an excessively large burr.

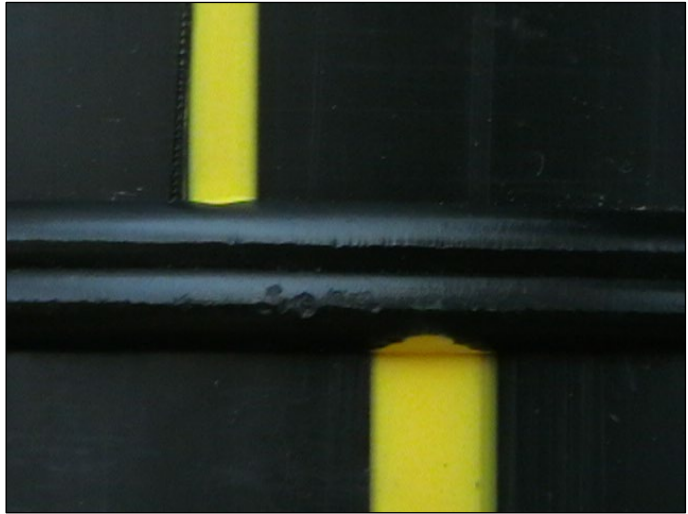


Fig. 5 Îmbinare cu sudură exagerat de mare datorită încălzirii excesive

Fig. 5 Joint with too thick weld due to excessive heating

Both situations are not accepted, the internal pressure can cause the joint to crack. It is one of the relatively common situations in site practice when, for various reasons, the preparation of the front surfaces is not appropriate or the technological parameters have different values than those recorded in the welding procedure specification. The non-essential variables of pressure, temperature and time work together to affect weld quality.

3.2 Non-essential variable – insufficient or excessive contact between frontal surfaces

The insufficient contact between each base material and the heating element in the adaptation and heating phases, as well as the insufficient contact between the two base materials during the actual welding are situations that are produced, on the one hand, by the inadequate preparation of the front surfaces of the two pipes, and on the other hand, by not respecting the recommended values for the pressures in the process cycle (figure 6).

In both situations, the weld will have smaller dimensions than those recommended, and its mechanical resistance will suffer (figure 7).

Too high-pressure values will result in over-sized welds, and sometimes such a weld may have

uneori, o astfel de sudură este posibil să aibă caracteristici de rezistență mai mici decât cele ale unei suduri corespunzător realizate (figura 8).

lower strength characteristics than a properly made weld (figure 8).

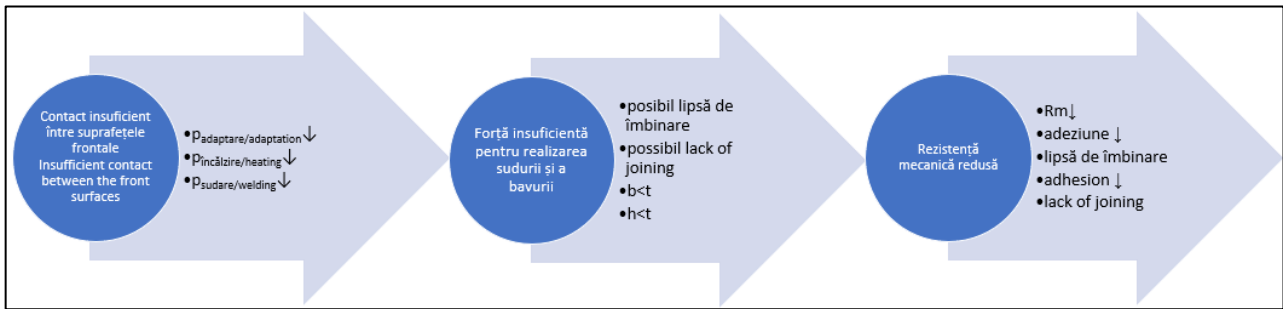


Fig. 6 Influența unor variabile neesențiale asupra încălzirii și asupra caracteristicilor finale ale îmbinării

Fig. 6 Influence of non-essential variables on heating and final joint characteristics

Este o altă situație în care o variabilă neesențială, în speță presiunea, este determinantă pentru calitatea sudurii.

It is another situation where a non-essential variable, in this case pressure, is decisive for the quality of the weld.



Fig. 7 Îmbinări cu suduri prea subțiri datorită unui contact insuficient

Fig. 7 Joints with too thin welds due to insufficient contact

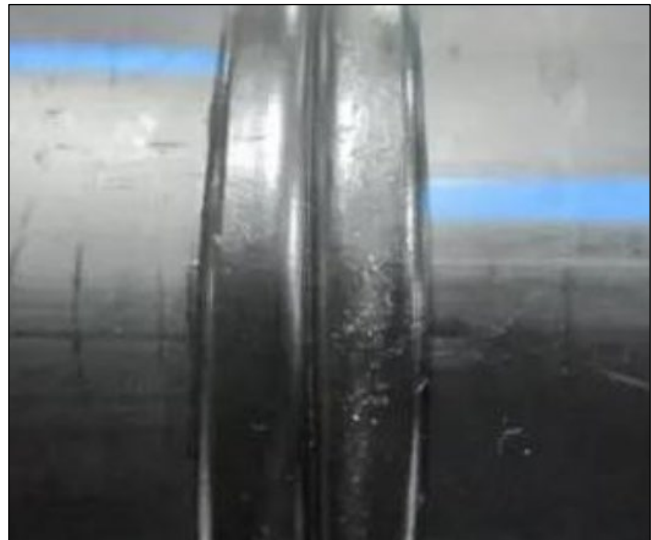


Fig. 8 Îmbinare cu sudură exagerat de mare datorită unui contact excesiv [9]

Fig. 8 Joint with too thick weld due to excessive contact

3.3 Variabilă neesențială – modul de operare

Factorul uman are o implicare redusă, dar erori de operare se pot întâlni chiar și pentru grade mici de implicare ale operatorului sudor. Fixarea necorespunzătoare a țevelor în echipamentul pentru sudare (nealinierea celor două țevi, strângerea insuficientă sau exagerată a țevelor în bacuri), reglarea eronată a parametrilor temperatură și presiune, nerespectarea timpilor specificați de ciclogramă, extragerea elementului încălzitor cu atingerea volumelor (inelelor) de material aflat în stare fluid-vâscoasă din timpul pauzei de schimb sunt situații de operare eronată care se întâlnesc relativ des în practica curentă.

3.3 Non-essential variable – operation mode

The human factor has little involvement, but operating errors can occur even for small degrees of involvement of the welder operator. Improper fixing of the pipes in the welding equipment (misalignment of the two pipes, insufficient or excessive tightening of the pipes in the tanks), incorrect adjustment of the temperature and pressure parameters, failure to observe the times specified by the cyclogram, extraction of the heating element touching the volumes (rings) of material located in the fluid-viscous state during the shift break are erroneous operating situations that are encountered relatively often in current practice.

Operarea eronată va conduce la situații în care procesul de sudare va fi condus greșit, cantitatea de căldură și stările de contact nu vor fi cele recomandate, situație în care se poate ajunge de la o scădere a caracteristicilor de rezistență mecanică până la nerealizarea sudurii. În figura 9 sunt prezentate efectele unor erori de pregătire a materialelor de bază în vederea sudării.

Erroneous operation will lead to situations in which the welding process will be conducted incorrectly, the amount of heat and the contact states will not be the recommended ones, a situation in which it can be reached from a decrease in the mechanical resistance characteristics to the failure to perform the weld. Figure 9 shows the effects of errors in the preparation of the basic materials for welding.

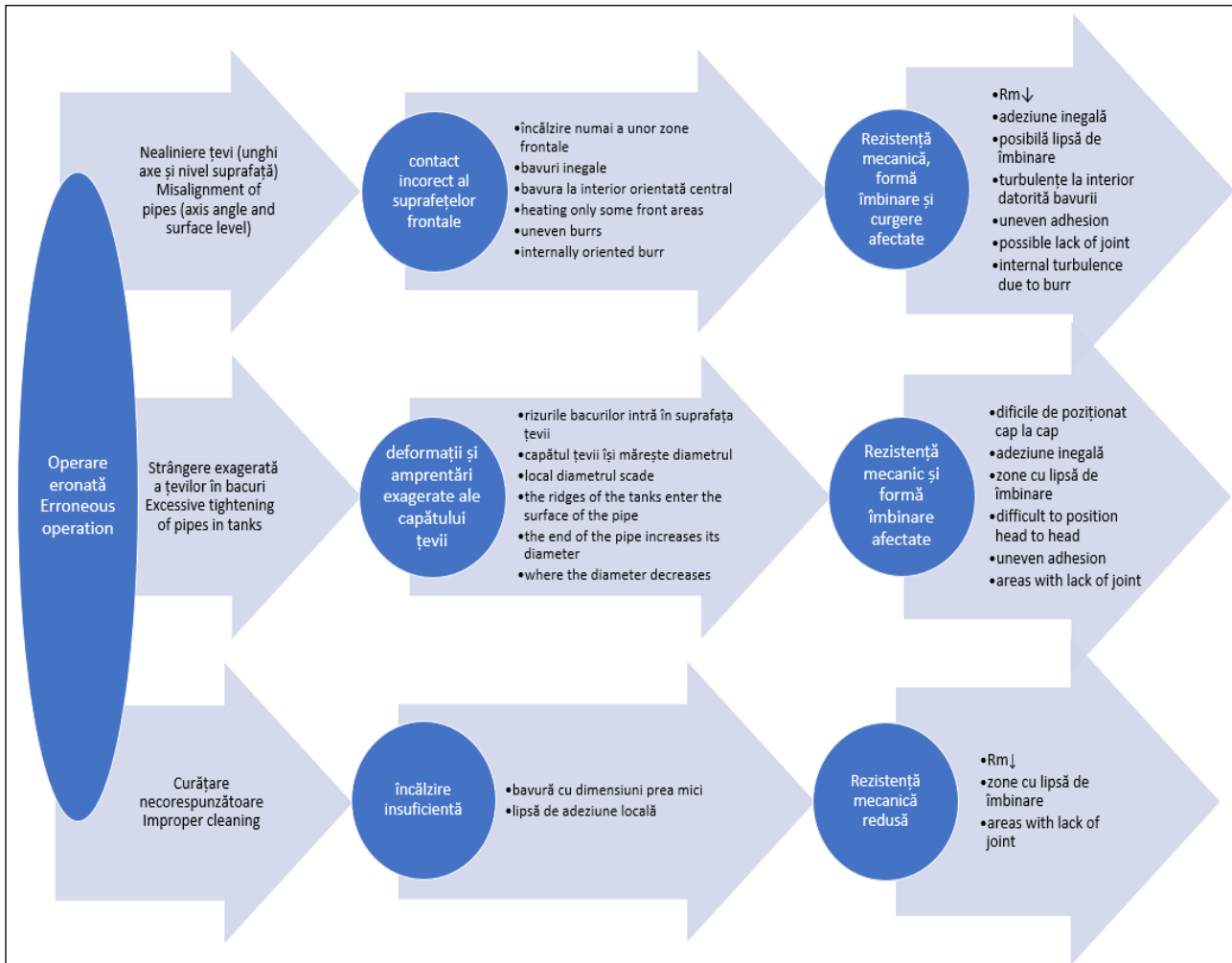


Fig. 9 Influența variabilelor neesențiale care țin de pregătirea în vederea sudării asupra caracteristicilor finale ale îmbinării
Fig. 9 Influence of non-essential variables related to the preparation of the workpieces on final joint characteristics

Alinierea necorespunzătoare a celor două țevi poate fi o abatere unghiulară a celor două axe de la unghiul de 180° sau poate fi o diferență între nivelurile suprafețelor celor două țevi. În ambele situații semi-bavurile vor avea dimensiuni diferite (figurile 10 și 11).

În cazul unei nealinerii unghiulare a axelor celor două țevi, presiunea de contact dintre țevi va fi neuniform distribuită pe suprafețele frontale, situație în care se va înregistra un gradient al valorilor rezistenței mecanice la nivelul acestor suprafețe.

The misalignment of the two pipes may be an angular deviation of the two axes from the 180° angle, or it may be a difference between the levels of the surfaces of the two pipes. In both situations the half burrs will have different sizes (Figures 10 and 11).

In the case of an angular misalignment of the axes of the two pipes, the contact pressure between the pipes will be unevenly distributed on the front surfaces, a situation in which a gradient of the mechanical resistance values will be registered at the level of these surfaces.

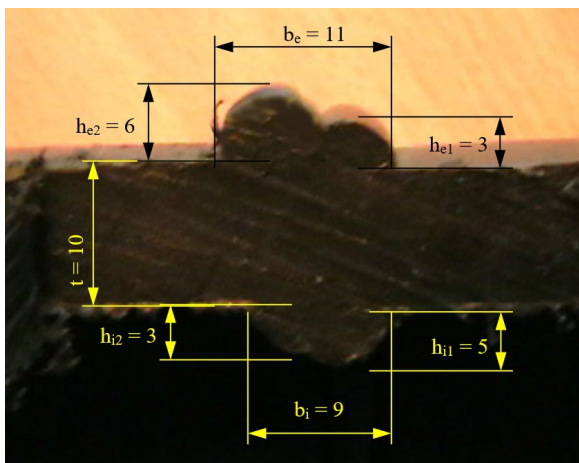


Fig. 10 Caracteristici dimensionale în condiții de nealinierie

Fig. 10 Dimensions under misalignment conditions

În cazul unei nealinieri ale suprafețelor celor două țevi (**figurile 12 și 13**), suprafața reală de contact dintre acestea va scădea o dată cu creșterea abaterii (**figura 13** – Aria la aliniere: $A = \pi \cdot (D - d) \cdot t$; Aria la nealinierie: $A = \pi \cdot (D - d) \cdot t_1$), producând o scădere a rezistenței mecanice a îmbinării. Mai mult, la interiorul țevii, în zona cu semi-bavură mai mare, există un risc ridicat de creștere locală a presiunii, fapt care va conduce la o solicitare mai mare a sudurii decât cea prevăzută în proiectul de rețea de transport / distribuție.



Fig. 12 Nealinierie a suprafețelor țevelor

Fig. 12 Misalignment of pipe surfaces

3. Discuții și concluzii

Analizând aspectele prezentate se constată faptul că variabilele neesențiale pentru aprobarea procedurii de sudare au influențe puternice asupra calității îmbinărilor sudate realizate. Această concluzie trebuie bine cunoscută de către personalul RTS, dar și de către operatorii sudori. Potențiala confuzie care poate apărea prin considerarea necorespunzătoare a caracterului de



Fig. 11 Forma bavurii în condiții de nealinierie

Fig. 11 Burr shape under misalignment conditions

In the case of a misalignment of the surfaces of the two pipes (figures 12 and 13), the real contact surface between them will decrease as the deviation increases (figure 13 - alignment area: $A = \pi \cdot (D - d) \cdot t$; misalignment area: $A = \pi \cdot (D - d) \cdot t_1$), producing a decrease in the mechanical strength of the joint. Moreover, at the inside of the pipe, in the area with a larger semi-burr, there is a high risk of local pressure increase, which will lead to a higher stress on the weld than that foreseen in the project of the transmission / distribution network.

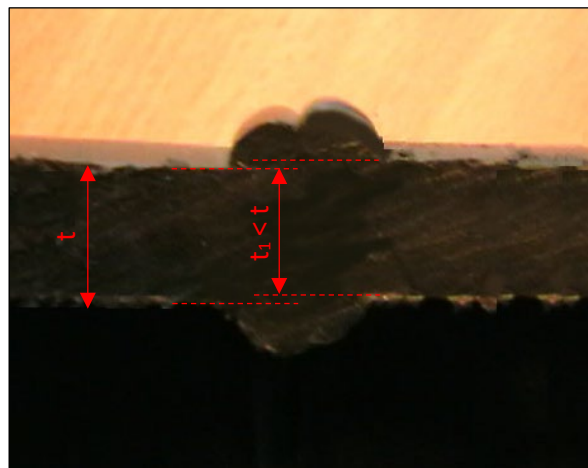


Fig. 13 Lățimea $t_1 < t$ care produce diferența de contact

Fig. 13 The width $t_1 < t$ which produces the contact difference

3. Discussions and conclusions

Analysing the presented aspects, it is found that the non-essential variables for the approval of the welding procedure have strong influences on the quality of the welded joints made. This conclusion must be well known by RTS personnel, but also by welding operators. The potential confusion that can arise from mistaking "non-essential" for "unimportant" can

„neesențial” drept „neimportant” poate conduce la obținerea unor suduri care să răspundă limitat la solicitările sistemului de transport / distribuție a fluidelor sub presiune sau chiar la nerealizarea îmbinărilor.

Un element aproape inexistent în specificația procedurii de sudare este ansamblul mod-calitate a pregătirii componentelor de sudat (materialelor de bază). S-a observat din cele prezentate mai sus faptul că o fixare necorespunzătoare a celor două țevi poate produce scăderea suprafeței de contact dintre ele și implicit rezistența mecanică a îmbinării.

Într-o concluzie generală, se recomandă personalului RTS, ca la elaborarea specificației procedurii de sudare să elaboreze și o fișă detaliată cu instrucțiuni legate de toate elementele de pregătire a componentelor de sudat (curățarea suprafețelor frontale și a suprafețelor imediat învecinate, fixarea componentelor de sudat în bacuri, modul de strângere a țevelor în bacuri, etc.) și în care să specifice și modul de extragere a elementului încălzitor, precum și modurile de descreștere și creștere a presiunii între fazele ciclogramei de proces.

result in welds that have a limited response to the demands of the pressure fluid transport/distribution system, or even failure to make the joints.

An almost non-existent element in the specification of the welding procedure is the mode-quality assembly of the preparation of the components to be welded (base materials). It was observed from the above that an improper fixing of the two pipes can cause a decrease in the contact surface between them and implicitly the mechanical resistance of the joint.

In a general conclusion, it is recommended that the RTS staff, when drawing up the specification of the welding procedure, also draw up a detailed sheet with instructions related to all elements of the preparation of the components to be welded (cleaning the front surfaces and the immediately adjacent surfaces, fixing the components to be welded in the tanks, the way of tightening the pipes in the tanks, etc.) and in which to specify also the way of extracting the heating element, as well as the ways of decreasing and increasing the pressure between the phases of the process cycle.

Bibliografie

References

- [1] Prescripția tehnică PT CR 7-2013 PT CR 7-2013 privind aprobarea procedurilor de sudare pentru oțel, aluminiu, aliaje de aluminiu și polietilenă de înaltă densitate (PE-HD)
- [2] Prescripția tehnică PT CR 9-2013 privind autorizarea sudorilor care execută lucrări de sudare la instalațiile sub presiune și la instalațiile de ridicat și a operatorilor sudare țevi și fittinguri din polietilenă de înaltă densitate (PEHD)
- [3] Birley, A.W., Buxton, R., Shelley, R.M., Alessi, R., Ciambella, J., Paolone, A., 1989. The hot plate welding of high-density polyethylene. *Polymer Testing*, Volume 8, Issue 4, 1988–1989, Pages 277–287. [https://doi.org/10.1016/0142-9418\(88\)90029-3](https://doi.org/10.1016/0142-9418(88)90029-3)
- [4] Ramadan, I., Tănase, M. 2020. Experimental Study Regarding the Influence of Welding Parameters on the Mechanical Behaviour of High-Density Polyethylene Pipes. *Mater. Plast.*, 57 (4), 209-215, <https://doi.org/10.37358/MP.20.4.5420>
- [5] Pokharel, P., Kim, Y., Choi, S., 2016. Microstructure and Mechanical Properties of the Butt Joint in High Density Polyethylene Pipe. *International Journal of Polymer Science*, vol. 2016, Article ID 6483295, 13 pages, <https://doi.org/10.1155/2016/6483295>
- [6] Savu, I.D., Savu, S.V., Sirbu, N.A., 2014. Heat affected zones in polymer laser marking, *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 115, 1427-1437, <https://doi.org/10.1007/s10973-013-3443-2>
- [7] Savu, S.V., Savu, I.D., Ciupitu, I., 2014. Thermal analysis to evaluate ageing process in heated tool and electrofusion welding of polymer pipes. *Advanced Materials Research*, vol. 837, pp. 190-195. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.837.190>
- [8] <https://www.indiamart.com/proddetail/hdpe-fabricated-fittings-9962257797.html>, vizualizat la 03.07.2023
- [9] <https://www.linkedin.com/pulse/how-identify-hdpe-pipe-quality-clare-zhang-uhmwpe-dredge-pipe>, vizualizat la 18.07.2023