

APLICAȚII INDUSTRIALE-PRACTICIANUL SUDOR INDUSTRIAL APPLICATION-WELDING PRACTITIONER

Particularități ale structurilor sudate din table groase în construcția de poduri

Peculiarities of welded structures made of thick sheets in the construction of bridges

Francisc Tusz¹, Radu Băncilă², Gabriella Mészár Tusz¹

¹S.C. Top Level S.R.L. Arad

²Universitatea Politehnica din Timișoara

Rezumat

Apariția unor materiale noi eficiente, cerințele ridicate privind calitatea îmbinărilor sudate, asigurând în același timp siguranța lor în funcționare, formele estetice remarcabile, complexitatea noilor standarde europene de sudare, presiunea timpilor scurți de execuție, au avut ca rezultat adoptarea de soluții moderne pentru poduri metalice și compuse. Durabilitatea este, de asemenea, una dintre cerințele standardelor europene. Utilizarea tablelor cu grosime mare conduce la reducerea înălțimii constructive, posibilitatea îmbunătățirii detaliilor de oboseală timpilor scurți de execuție și mentenanță facilă. În această direcție, eficiența fabricării în uzină este importantă, necesitatea unei tehnologii corecte este vitală. Rolul specialistului în sudare este determinant. Lucrarea prezintă unele probleme apărute în realizarea podurilor moderne din oțel și compozite pentru autostrăzile românești.

Cuvinte cheie

oțel cu rezistențe superioare, table groase, poduri metalice și compuse

Abstract

The emergence of new efficient materials, the high demands on the quality of the welded joints, while ensuring their safety in operation, outstanding aesthetic forms, the complexity of the new European welding standards, the pressure of the short execution times, had as result the adoption of modern solutions for steel and composite bridges. Durability is also one of the demands of the European Standards. The use of thick heavy plates can lead to reduction of the constructive depth, possibility for improved fatigue details short execution time and easy maintenance. In this direction the fabrication efficiency is important, the need of a correct technology is vital. The role of the welding specialist is determinant. The paper presents some problems occurred in the realization of modern steel and composite bridges for the Romanian highways.

Keywords

high strength steel, heavy plates, steel and composite bridges

1. Introducere. Avantajele tablelor de grosime mare și a oțelurilor laminate termomecanic

Industria siderurgică încearcă continuu să îmbunătățească calitatea oțelului, implicând în producție soluții inovative pentru creșterea diverselor caracteristici ale acestuia. Aplicarea oțelurilor moderne de înaltă rezistență oferă constructorilor posibilitatea de a realiza structuri economice și ecologice. O tendință nouă și eficientă este utilizarea tablelor groase la realizarea structurilor cu deschideri

1. Introduction. Advantages of thick sheets and thermomechanically rolled steels

The steel industry is constantly trying to improve the quality of steel, involving in production innovative solutions to increase its various characteristics. The application of modern high-strength steels offers builders the opportunity to achieve economical and environmentally friendly structures. A new and effective trend is the use of thick sheets [1] for structures with large openings, especially for large

mari, în special la proiectele mari de infrastructură europeană: poduri de cale ferată și șosea [1].

Se subliniază faptul că oțelul este un material sustenabil, fiind reciclabil.

La ora actuală, tablele de grosimi mari pot fi livrate într-o gamă mare de dimensiuni, ceea ce facilitează proiectarea structurilor. Table cu grosimi de până la 120 mm au fost utilizate pe scară largă în construcția de poduri și clădiri multi-etajate în toată Europa.

Avantajele principale ale plăcilor groase sunt:

- O înălțime constructivă mică a structurii [2];
- Posibilitatea îmbunătățirii detaliilor de oboseală;
- Eliminarea lamelelor de întărire;
- Posibilități multiple de prefabricare;
- Reducerea costurilor de transport;
- timp scurt de execuție (montare ușoară pe șantier) cu întreruperi scurte de trafic;
- Întreținere ușoară (suprafețe plane mari);
- Emisii acustice reduse datorită grosimii plăcii;
- Oțelurile laminate termomecanic (S355M/L, S420M/L și S460M/L) au o sudabilitate excelentă, concomitent cu o ductilitate ridicată;
- Siguranță și fiabilitate structurală.

Folosind table groase siguranța structurală poate fi crescută. Exploatarea rațională și în cunoștință de cauză a acestor calități permite alegerea unor noi soluții sustenabile pentru podurile de cale ferată și șosea. La aceste grosimi mari se recomandă utilizarea oțelurilor laminate termomecanic. Acestea au o sudabilitate foarte bună, concomitent cu o ductilitate ridicată. Pentru verificarea sudabilității se determină procentul echivalent de carbon (conform IIW – relația (1) și conform Uwer și Höhne – relația (2) [3]):

$$CEV (IIW) = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr+Mo+V}{5} + \frac{Ni+Cu}{15} \quad (1)$$

$$CET = C + \frac{Mn+Mo}{10} + \frac{Cr+Cu}{20} + \frac{Ni}{40} \quad (2)$$

Și în acest caz este valabilă teoria: cu cât carbonul echivalent este mai mic, cu atât sudabilitatea oțelului este considerată a fi mai bună. În figura 1 se prezintă relația dintre carbonul echivalent CEV și limita de curgere pentru un oțel normalizat și unul laminat termomecanic.

Datorită granulației fine și a unei compoziții chimice sărace în elemente de aliere, cu un conținut mai redus de carbon, aceste oțeluri nu trebuie preîncălzite sau sunt aplicabile preîncălziri la temperaturi mai mici decât la oțelurile normalizate. Astfel, conform SR EN 1011, temperatura de preîncălzire se calculează cu relația:

$$T_{p_{CET}} = 750 \cdot CET - 150 \quad (3)$$

European infrastructure projects: railway bridges and road bridges.

It is emphasized that steel is a sustainable material, being recyclable.

Nowadays, thick sheets can be delivered in a wide range of sizes, which facilitates the design of structures. Sheets up to 120 mm thick have been widely used in the construction of bridges and multi-level buildings throughout Europe.

The main advantages of thick plates are:

- Low constructive height of the structure [2];
- Possibility of improving the details of fatigue;
- Removal of reinforcing slats;
- Multiple prefabrication possibilities;
- Reduction of transport costs;
- Short execution time (easy installation on site) with short traffic interruptions;
- Easy maintenance (large flat surfaces);
- Low noise emissions due to the thickness of the plate;
- Thermo-mechanically rolled steels (S355M/L, S420M/L, S460M/L) have excellent weldability, while high ductility;
- Structural safety and reliability.

Using thick sheets, the total weight of the structure can be reduced, as well as the structural safety can be increased. Rational and conscious exploitation of these qualities allows the choice of new sustainable solutions for railway and road bridges. At these large thicknesses it is recommended to use thermomechanically rolled steels. They have a very good weldability, in the same time with a high ductility. To evaluate the weldability, it is necessary to determine the percentage of equivalent carbon (cf. SR EN 10025):

And in this case the theory holds true: the lower the equivalent carbon, the higher the weldability of the steel.

In figure 1 it is shown the relationship between the CEV and the yield stress for a standard steel and a thermomechanical rolled steel.

Due to the fine granularity and a poor chemical composition, these steels do not need to be preheated or they can receive preheating to a lower temperature comparing to the normalised steels.

Thus, according to SR-EN 1011, the preheating temperature is calculated with:

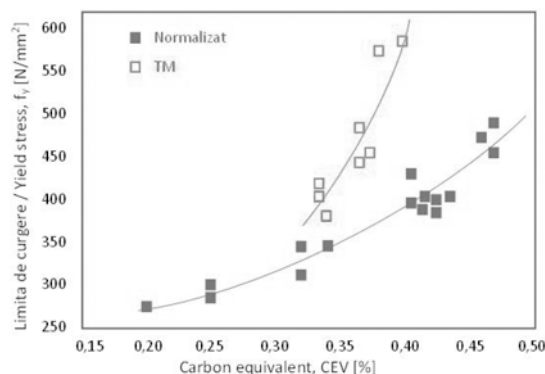


Figura 1. Relația între CEV și limita de curgere, f_y

Figure 1. Relationship between CEV and yield stress, f_y

Sursa / Source: https://www.engineerlive.com/sites/engineerlive/files/Figure%203_0.jpg

În figura 2 se prezintă comparativ temperatura de preîncălzire în cazul unui oțel normalizat și în cazul unui laminat termomecanic. Faptul că temperatura de preîncălzire a unui oțel tratat termomecanic este mai mică înseamnă că durata de realizare a structurii și costul de fabricație sunt mai mici. În plus, oțelurile laminate termomecanic au și o ductilitate ridicată (figura 3).

Figure 2 shows a comparison of the preheating temperature for a standardized steel and a thermomechanical rolled steel. The fact that the preheating temperature of a thermo-mechanically treated steel is lower means that the construction time of the structure and the manufacturing cost are lower. In addition, thermo-mechanically rolled steels have a high ductility (figure 3).

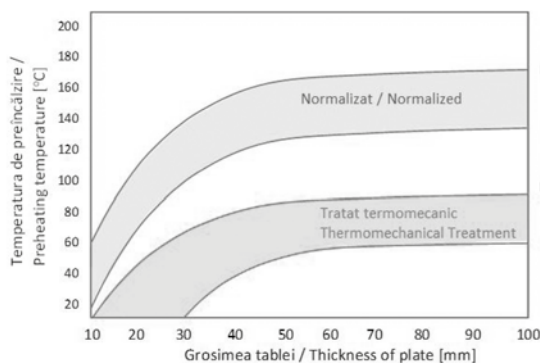


Figura 2. Temperatura de preîncălzire pentru un oțel N și TM

Figure 2. Preheating temperature for N and TM steel

Sursa/Source:

https://www.engineerlive.com/sites/engineerlive/files/Figure%205_0.jpg

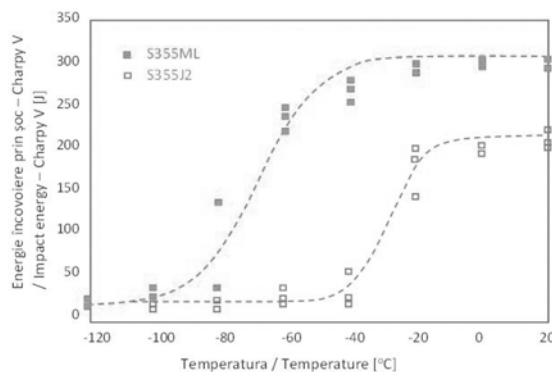


Figura 3. Energia de rupere pentru un oțel N și TM

Figure 3. Impact energy for N and TM steel

Sursa/Source:

<https://www.engineerlive.com/sites/engineerlive/files/Figure%204.jpg>

Tabelul 1. Valorile CEV și CET pentru oțelurile din clasa S460

Table 1. Values of CEV and CET for S460 steel

Calitatea oțelului Quality of steel	CEV %	CET %	Valoarea max. CEV% după SR/EN 10025 Max. value of CEV% according to SR/EN 10025
S460NL	0,50	0,34	0,55
S460QL	0,42	0,31	0,50
S460ML	0,41	0,26	-

În tabelul 1 sunt prezentate comparativ valorile carbonului echivalent CEV și CET pentru un oțel S460 cu grosimea de 140 mm în stare normalizată, călită-revenită, respectiv laminată termomecanic. Se observă valoarea considerabil mai mică a acestei mărimi în cazul oțelului laminat termomecanic. Standardul SREN 10025-4/2005 admite pentru oțelurile TM grosimi până la 120 mm. Institutul German pentru Construcții DIBt (Deutsches Institut für Bautechnik) acceptă pentru oțelurile

Table 1 compares the carbon equivalent values of CEV and CET for a 140 mm thick S460 steel in normalized, hardened-tempered and thermo-mechanically rolled state. A considerably smaller value of this size is observed in the case of thermo-mechanically rolled steel.

SREN 10025-4 / 2005 standard allows thicknesses of up to 120 mm for TM steels.

The German Institute for Construction DIBt (Deutsches Institut für Bautechnik) accepts up to

S355M și S355ML grosimi până la 140 mm. Standardul EN 10025-4, la ora actuală în curs de revizuire, va permite grosimi până la 150 mm. Secretul oțelurilor tratate termo-mecanic constă în granulația fină care poate fi obținută prin diverse metode, una dintre acestea fiind microalierea. Granulația fină produce creșterea rezistenței și tenacității oțelului. La oțelurile laminate termomecanic existența granulației fine reprezintă principalul factor de creștere a rezistenței mecanice. Din acest motiv nu este necesară o aliere deosebită a oțelului, cantitatea de elemente de aliere utilizate în mod curent pentru mărirea rezistenței și conținutul de carbon putând fi reduse substanțial. Astfel, comparând un oțel tratat termomecanic cu unul normalizat, ambele având aceeași rezistență mecanică, oțelul tratat termomecanic va avea un conținut mai mic de carbon. Având o compoziție chimică mai puțin bogată în elemente de aliere, comparativ cu oțelul normalizat, oțelul tratat termomecanic va avea o sudabilitate mai bună. Acest fapt este confirmat de valoarea carbonului echivalent CE (IIW), valoare care este mai mică în cazul oțelului tratat termomecanic, prin cantitatea mai mică de elemente de aliere. Cum sudabilitatea oțelului laminat termomecanic este mai bună, necesitatea de a aplica o preîncălzire este mai mică.

Oțelurile standardizate – de exemplu S355J2+N – necesită preîncălziri dacă grosimea lor depășește 30 mm. În cazul oțelurilor tratate termomecanic, datorită nivelului mai scăzut de carbon și de elemente de aliere, situația este diferită. Astfel, la utilizarea unui regim de sudare corespunzător, un oțel S355ML de 80 mm se poate suda în siguranță fără preîncălzire.

Eliminarea preîncălzirii are o influență importantă asupra duratei de execuție și, implicit, asupra eficienței economice. Avantajele recunoscute ale oțelurilor laminate termomecanic sunt următoarele:

- Granulație fină, conferind rezistență și tenacitate mărite;
- Valori mai reduse ale conținutului de carbon și ale carbonului echivalent;
- Sudabilitate bună în condițiile unei preîncălziri la temperaturi mai mici sau chiar și fără preîncălzire;
- Fabricație rapidă și sigură;
- Posibilitatea sudării cu energii liniare mai mari, deci o productivitate mai mare.

2. Debitare. Pregătirea rosturilor

La debitarea tablelor componente ale grinzilor po-

140 mm thicknesses for S355M and S355ML steels. The standard EN 10025-4, currently under revision, will allow thicknesses up to 150 mm. The secret of thermo-mechanically treated steels is the fine granulation that can be obtained by various methods, one of which is microalloying. Fine grain increases the strength and toughness of steel.

In the case of thermo-mechanically rolled steels, the existence of fine grains is the main factor in increasing the mechanical strength. For this reason, no special alloying of the steel is required, as the amount of alloying elements commonly used to increase strength and carbon content can be substantially reduced.

Thus, comparing a thermo-mechanically treated steel with a standard one, both having the same mechanical strength, the thermo-mechanically treated steel will have a lower carbon content. With a chemical composition less rich in alloying elements compared to standard steel, thermo-mechanically treated steel will have better weldability. This is confirmed by the CE equivalent carbon (IIW) value, which is lower in the case of thermo-mechanically treated steel by the lower amount of alloying elements. As the weldability of thermomechanical rolled steel is better, the need to apply a preheat is lower.

Standardized steels - for example S355J2 + N - require preheating if their thickness exceeds 30 mm. In the case of thermo-mechanically treated steels, due to the lower level of carbon and alloying elements, the situation is different. Thus, when using a suitable welding regime, an 80 mm S355ML steel can be welded safely without preheating.

The elimination of preheating has an important influence on the execution time and, implicitly, on the economic efficiency.

- The advantage of thermo-mechanically rolled steels;
- Fine grain, giving increased strength and toughness;
- Lower values of carbon content and carbon equivalent;
- Good weldability in conditions of preheating at lower temperatures or even without preheating;
- Fast and safe manufacturing;
- Possibility of welding with higher linear energies, so a higher productivity.

2. Cutting. Beveling

When cutting the component sheets of road or

durilor rutiere sau de cale ferată (tălpi, inimi, nervuri, diafragme etc.) se ridică următoarele probleme:

- Precizia dimensională;
- Realizarea contrasăgeții;
- Contractii longitudinale și transversale a elementelor componente ale podurilor.

În vederea rezolvării problemelor mai sus enumerate este necesară dotarea executantului cu utilaje de debitare specifice procedeului de debitare ales. Nu se recomandă tăierea cu flacăra oxi-gaz datorită rugozității prea mari a suprafețelor tăiate.

Se va dota firma cu utilaje de debitare comandate numeric. Procedeele de debitare recomandate sunt cele cu plasmă, cu laser sau cu jet de apă. Toate asigură productivitate mărită, zonă influențată termic redusă, rugozitate corespunzătoare și contrasăgeți adecvate, dacă forma constructivă a structurii o cere.

Rostul se execută prin așchiere sau tăiere termică urmată de așchieria suprafețelor tăiate, cu utilaje speciale destinate în acest scop.

Pentru îmbinările cap la cap ale tablelor groase se recomandă utilizarea rosturilor în X simetric, dacă este posibilă efectuarea de operații de întoarcere a acestora în vederea sudării numai în poziție orizontală.

Dacă sudarea unei îmbinări trebuie efectuată în poziție orizontală și peste cap se recomandă un rost în X asimetric, adică 1/3 la partea inferioară de tablei pentru sudarea peste cap și 2/3 la partea superioară a tablei pentru sudarea orizontală.

Dacă, prin tehnologiile de prelucrare a rostului menționate mai sus, există posibilitatea tehnologică de realizare a formei U sau dublu U pentru geometria rostului, aceste forme sunt preferate formelor Y sau X. Motivația principală este legată de consumurile energetice și de materiale de adaos mai mici în cazul formelor U sau dublu U, comparativ cu formele Y și X. Cu cât debitarea componentelor și prelucrarea rosturilor sunt mai precise, cu atât la realizarea operațiilor de sudare, mai ales în cazul utilizării unor procedee mecanizate, automate sau robotizate, calitatea execuției va fi mai bună.

3. Prinderea provizorie prin sudare și sudarea

La construcțiile puternic solicitate – poduri, clădiri multietajate, structuri speciale – structura este, în majoritatea cazurilor, de tip cheson (figura 4), respectiv este alcătuită din talpă superioară, talpă inferioară, inimi, și rigidizări interioare (diafragme). Observațiile și concluziile de mai jos au fost obținute

railway bridge beams (soles, hearts, stiffeners, diaphragms etc.) the following problems arise:

- Dimensional accuracy;
- Making the counter-deformation;
- Longitudinal and transverse contractions of the bridge components.

In order to solve the problems listed above, it is necessary to equip the executor with cutting equipment specific to the chosen cutting procedure. It is not recommended to cut with an oxy-gas flame due to the too high roughness of the cut surfaces. The company will be equipped with CNC controlled cutting machines. The recommended cutting processes are plasma, laser or water jet. All ensure increased productivity, proper roughness, low heat-affected area, and adequate counter-arrests, if required by the constructive form of the structure.

The joint is made by cutting or thermal cutting followed by cutting the cut surfaces, with special equipment designed for this purpose.

For butt joints of thick sheets, it is recommended to use symmetrical X-joints, if it is possible to perform operations to turn them in order to weld only in a horizontal position.

If the welding of a joint is to be carried out in a horizontal and overhead position, an asymmetrical X-joint is recommended, ie 1/3 at the bottom of the sheet for overhead welding and 2/3 at the top of the sheet for horizontal welding.

If, through the above-mentioned joint processing technologies, there is the technological possibility of achieving U-shape or double U for joint geometry, these shapes are preferred to Y or X shapes.

The main motivation is related to energy consumption and lower filler materials. In the case of U or double U shapes, compared to Y and X shapes. The more precise the cutting of the components and the processing of the joints, the more the execution quality will be better when performing the welding operations, especially in the case of using mechanized, automatic or robotic processes.

3. Tack welding and the welding of joint

In the case of high-demand constructions- bridges, multi-storey buildings, special structures- the structure consists in most cases of a box section type structure (figure 4), respectively the section consists of upper sole, lower sole, hearts, and inner stiffeners (diaphragms).

The observations and conclusions below were ob-

și aplicate la structura podului peste Mureș de pe autostrada Sebeș – Turda [4]- (figura 5).

tained and applied to the structure of the bridge over Mureș on the Sebeș- Turda highway [4]- (figure 5).



Figura 4. Segmente de pod rutier; grinzi cheson
Figure 4. Road bridge segments, box section girder

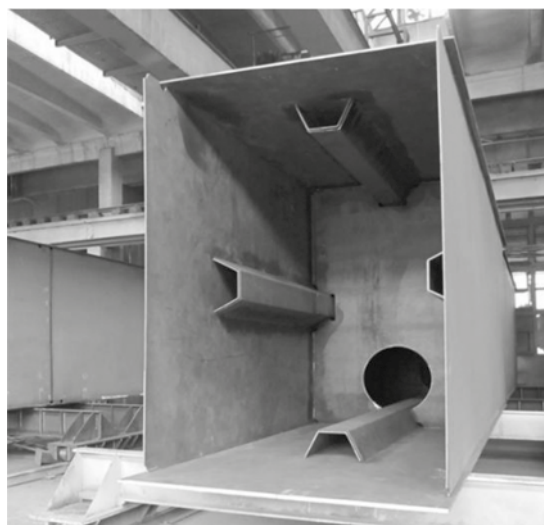


Figura 5. Pod peste Mureș, lungime L = 268 m – autostrada Sebeș – Turda (2020)
Figure 5. Bridge over Mureș, length L = 268 m – highway Sebeș – Turda (2020)

Lungimea tronsoanelor fabricate în atelier este de max. 40 m, pentru realizarea acestei lungimi fiind necesare cinci îmbinări cap la cap. Majoritatea îmbinărilor prevăzute la realizarea structurii tip cheson sunt suduri în colț.

Montarea, prinderea provizorie prin sudare și, în final sudarea propriu-zisă, trebuie realizate astfel încât accesul la realizarea acestor operații să fie cât mai facil și procedeele alese să fie cât mai productive (semi-mecanizate sau mecanizate). Pentru îndeplinirea acestor cerințe este necesară dotarea locurilor de muncă cu dispozitive speciale. Aceste dispozitive permit aplicarea unei anumite succesiuni a operațiilor de sudare, astfel încât să se reducă tensiunile și, mai ales, eventualele deformări remanente (figura 6). Avantajul dispozitivului constă în faptul că majoritatea sudurile în colț pot fi realizate în poziție

The length of the sections manufactured in the workshop is max. 40 m, for the realization of this length being necessary five butt joints.

Most of the joints provided for the realization of the caisson type structure are fillet welds.

Assembly, temporary welding and, finally, the actual welding must be carried out in such a way that access to these operations is as easy as possible and the chosen processes are as productive as possible (semi-mechanized or mechanized). In order to meet these requirements, it is necessary to equip the jobs with special devices. These devices allow the application of a certain sequence of welding operations, so as to reduce the stresses and, especially, the possible remaining deformations (figure 6.). The advantage of the device is that the most of the fillet welds can be made in horizontal welding position.

de sudare în jgheab, iar cele cap la cap în poziție orizontală. Totodată, se reduce și numărul sudurilor executate vertical. Se îmbunătățește astfel calitatea îmbinărilor și se reduce posibilitatea producerii unor imperfecțiuni de material și chiar defecte.

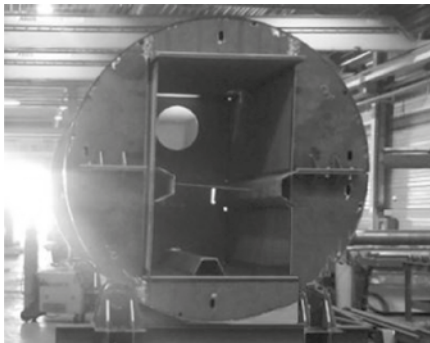


Figura 6. Dispozitiv rotativ jumelat acționat mecanic
Figure 6. Mechanically operated twin rotating device

Sudurile scurte se execută cu procedeul MAG semi-mecanizat. La sudurile lungi e posibilă utilizarea sudării MAG mecanizate (figura 7) sau a sudării mecanizate sub strat de flux. În cazurile sudării mecanizate și automate calitatea sudurilor este superioară celei în cazul sudurilor realizate semi-mecanizat.

4. Examinarea îmbinărilor sudate

Luând în considerare:

- natura solicitărilor care poate să fie întindere, compresiune, răsucire etc.;
- felul solicitărilor „dinamic”;
- nivelul tensiunilor;
- importanța structurii care intră în categoria „principală” (prin cedare se pot produce daune mari, pierderi de vieți omenești)
- importanța îmbinărilor sudate („principal”)
- temperatura de exploatare „negativă”,

îmbinările sudate, trebuie să fie încadrate de către proiectant în clasa de calitate „I”.

În acest caz, la toate sudurile cap la cap de la talpa inferioară se prevede examinare cu ultrasunete 100%, iar la talpa superioară se prevede examinare cu ultrasunete în volum de 50%. Îmbinările în colț se vor examina cu lichide penetrante în volum de 100%.

5. Analiza procesului tehnologic de execuție a podurilor de peste râul Mureș a autostrăzii A1

Execuția s-a desfășurat în două etape:

1. În incinta halelor industriale a SC PAB Romania SRL

Similarly, the butt welds will be done in the horizontal position. At the same time, the number of welds performed vertically is reduced. This improves the quality of the joints and reduces the possibility of material imperfections and even defects.

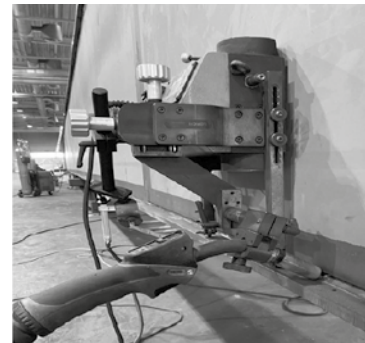


Figura 7. Dispozitiv de sudare MAG mecanizat
Figure 7. Mechanized MAG welding device

Short welds are performed with the semi-mechanized MAG process. For long welds it is possible to use mechanized MAG welding (figure 7) or mechanized submerged arc welding. In the case of mechanized and automatic welding, the quality of the welds is superior to that in the case of semi-mechanized welds.

4. Welded joints examination

Considering:

- the nature of the stresses which may be stretching, compression, twisting etc.;
- the type of “dynamic” requests;
- voltage level;
- the importance of the structure falling into the “main” category (failure can result in major damage, loss of life)
- importance of welded joints (“main”)
- operating temperature “negative”,
- welded joints must be classified by the designer in the quality class “I”.

In this case, 100% ultrasound examination is provided for all butt welds on the lower sole, and 50% volume ultrasound examination is provided for the upper sole. Fillet joints will be 100% volume examined by using penetrating liquids method.

5. Analysis of the technological process of execution of the bridges over the Mureș River of the A1 motorway

The execution technology took place in two stages:

1. Inside the industrial halls of SC PAB Romania SRL

Arad;

2. La fața locului pe șantier.

Data fiind înălțimea fixă a halei în care s-au executat tronsoanele, au existat limitări privind soluțiile de dispozitivare, în vederea sudării, utilizabile. Aceste limitări s-au regăsit ulterior în productivitatea mai mică a procesului de fabricație și, într-o mai mică măsură însă, și în calitatea efectivă a sudurilor realizate.

Se menționează faptul că pentru debitarea componentelor executantul este dotat cu instalații de debitare cu o precizie și calitate ridicată (instalații de debitare cu plasmă și laser digitale). De asemenea, executantul este dotat cu instalații speciale și specifice de pregătire a rosturilor, asigurând precizie și uniformitate pe lungimea rostului, aceasta fiind premisa realizării sudurilor de calitate - din punct de vedere dimensional.

Pentru montarea și prinderea provizorie prin sudare a tronsoanelor nu s-au folosit dispozitive de montare speciale, ci s-au utilizat elemente de așezare, orientare, ciocnire și strângere. Cu acestea s-au executat tronsoanele sub formă de cheson, rigidizate în interior cu diafragme, nervuri etc.

Deoarece pentru transportul rutier lungimile tronsoanelor sunt, în mod natural, limitate la valori impuse prin lege, s-au sudat în hală doar lungimile care au putut fi transportate pe mijloacele de transport rutier, rămânând ca eventualele ajustări de montaj să fie efectuate la montarea finală pe șantier.

La sudare au fost utilizate procedeele de sudare MAG semi-mecanizat, mecanizat, respectiv mecanizat sub strat de flux. Pentru poziționarea fiecărei îmbinări în poziție optimă de sudare au fost confecționate dispozitive rotative de sudare jumelate (figura 6) [5] care au permis înclinarea și rotirea chesonului, astfel încât fiecare sudură să fie executată în poziție optimă (cap la cap-orizontal; în colț-jgheab).

În mod regretabil, înălțimea halei nefiind suficient de mare, utilizarea acestor dispozitive rotative a fost limitată. În aceste condiții, unele suduri cap la cap au fost executate peste cap, respectiv vertical ascendent, în timp ce unele suduri în colț, în loc de poziția jgheab, au fost realizate în poziție orizontală, mărindu-se astfel simțitor timpul de sudare.

6. Concluzii

Lucrarea pune în evidență avantajul utilizării tablelor din oțel de grosime mare la lucrările pentru structuri metalice de anvergură mare. Esențială este tehnologia de execuție în uzină și pe șantier.

Arad;

2. On site on site.

Given the fixed height of the hall in which the sections were made, there were limitations on the usable fixing solutions for welding. These limitations were later found in the lower productivity of the manufacturing process and, to a lesser extent, in the actual quality of the welds made.

It is mentioned that for the cutting of the components the executor is equipped with cutting installations with a high precision and quality (digital plasma and laser cutting installations).

Also, the executor is equipped with special and specific installations for preparing the joints, ensuring precision and uniformity on the length of the joint, this being the premise for the realization of quality welds - from a dimensional point of view.

No special mounting devices were used for the temporary mounting and clamping of the welds, but for seating, orientation, collision and clamping elements. With these, the sections were made in the form of a caisson, stiffened inside with diaphragms, ribs etc.

As for road transport the lengths of the sections are naturally limited to the values imposed by law, only the lengths that could be transported on the means of transport were welded in the hall, remaining that any assembly adjustments should be made at the final installation, on site.

For the welding process it was used the semi-mechanized and mechanized GMA welding process, and the mechanized submerged arc welding process. In order to position each joint in the optimal welding position, twin welding rotating devices were made (figure 6) [5] which allowed the caisson to be tilted and rotated so that each weld was executed in the optimal position (butt welds-horizontal; fillet welds-gutter). Unfortunately, as the height of the hall was not high enough, the use of these rotary devices was limited. Under these conditions, some butt welds were performed overhead, respectively vertically upwards, while some fillet welds, instead of the horizontal position with vertical welding head, were made in a horizontal position with inclined welding head, thus significantly increasing the welding time.

6. Conclusions

The paper highlights the advantage of using thick steel sheets in works for large metal structures. The technology of execution in the factory and on site is essential.

Se subliniază faptul că, proiectarea structurii trebuie să fie armonizată cu tehnologia de fabricație în funcție de posibilitățile existente în uzină și pe șantier, respectiv la întocmirea caietului de sarcini vor fi clar și amănunțit descrise condițiile impuse executantului.

În consecință colaborarea între proiectant și specialistul sudor, trebuie să fie continuă pe perioada de execuție a structurii.

Confirmare

Lucrarea a fost inițial prezentată de autor în cadrul Conferinței „Sudura-2021” organizată de către Asociația de Sudură din România în perioada 22-23 aprilie 2021, la Reșița.

It is emphasized that the design of the structure must be harmonized with the manufacturing technology according to the possibilities available in the factory and on site, respectively the conditions imposed on the executor will be clearly and thoroughly described in the preparation of the specifications.

Consequently, the collaboration between the designer and the welder specialist must be continuous during the execution period of the structure.

Acknowledgement

The paper has been initially presented by the author within the Conference „Sudura-2021” organised by the Romanian Welding Society between April 22-23, 2021, at Reșița.

Bibliografie/References

- [1] Schröter, Falko., Müller, Michel, 2004, Current world-wide trends in the usage of modern steel plate, Steelbridge 2004-International Symposium on steel bridges, 23-25 June 2004, Millau-France, pp.070 / 1-07 / 019.
- [2] Hubo, R., Garrigues, G., Schröter, Falko., Flahaut, J., 2001, Les tôles forte pour les ouvrages d'art, La Revue de Métallurgie-CIT, June 2001, pp. 613-621.
- [3] Uwer, D. und Höhne, H., 1991, Charakterisierung des Kaltrißverhaltens von Stählen beim Schweißen. Schweißen und Schneiden 43 (1991), Heft 4, S. 195 – 199.
- [4] SSF-RO "Bridge over Mureș on the Sebeș- Turda highway".
- [5] Tús Francisc, 2004, Flexible fabrication systems for making welded assemblies. Ed. Sudura 2004 pp.168.

Pentru citare:

Tusz, F., Băncilă, R., Mészár Tusz, G., Peculiarities of welded structures made of thick sheets in the construction of bridges, Sudura, nr. 1 (2022), year XXXII, 4-12



Personale

Asociația de Sudură din România transmite felicitări membrilor cu ocazia împlinirii vârstei de:

- 75 ani: - Doamnei **Mihaela Pascu** (Timișoara)
- 70 ani: - Domnului **Ion Topalof** (Constanța)
- 65 ani: - Domnului **Nicolae Dumitru** (Craiova)
 - Doamnei **Aurelia Mihăilescu** (Galați)
 - Domnului **Leonel Ștejerean** (Bistrița)
 - Domnului **Călin Ștefan Truță** (Pitești)
- 60 ani: - Domnului **Eduard Sorin Cobzariu** (Iași)
 - Domnului **Gilbert Rainer Gillich** (Reșița)
 - Domnului **Florinel Lupu** (Ploiești)
 - Doamnei **Zenaida Tatiana Roca** (Buzău)



ASR anunță cu regret decesul în ziua de 10.03.2022 a domnului dr. ing. Doru-Romulus Pascu, membru fondator al ASR și fost președinte al Comisiei de cenzori a Asociației.

Membru corespondent al Academiei de Științe Tehnice din România, domnul Pascu a fost un reputat specialist în domeniul metalurgiei sudării.

Activitatea sa prodigioasă s-a desfășurat, de la repartitie până la pensionare, la ISIM Timișoara. A desfășurat, de asemenea, o activitate didactică valoroasă, atât în învățământul superior, cât și la ASR și ISIM Timișoara.