

PËRPUNIMI TERMIK I BASHKËSISË SË SALDUAR TË GYPAVE ME TEGEL GJATËSOR (HEAT TREATMENT OF THE WELDED JOINT OF LONGITUDINAL SEAM PIPES)

Rrahim MAKSUTI^a, Hamit MEHMETI^b, Bajrush BYTYÇI^c, Mursel RAMA^a,
Malush MJAKU^d

^aFakulteti i Xehetarisë dhe Metalurgjisë, Mitrovicë, KOSOVË

^bUniversiteti Shtetëror i Tetovës, MAQEDONI

^cFakulteti i Inxhinierisë Mekanike, Prishtinë, KOSOVË

^dMinistria e Arsimit, Shkencës dhe Teknologjisë, Prishtinë, KOSOVË

E-mail: rrahimmaksuti@yahoo.com

PËRMBLEDHJE

Gjatë procesit të saldimit të gypave me tegel gjatësor, si rrjedhojë e ciklit të deformimit dhe ciklit termik, në bashkësinë e salduar ndodhin shndërrime fazore dhe krijohen sforcime të brendshme, të cilët shfaqin efekt të dëmshëm në vetitë mekaniko-teknologjike dhe në sjelljen, respektivisht qëndrueshmërinë e saj gjatë përdorimit. Për zbutjen e këtij efekti të dëmshëm, bëhet përpunimi termik i bashkësisë së salduar, respektivisht normalizimi i saj.

Efekti dobiprurës i përpunimit termik, respektivisht normalizimit të bashkësisë së salduar të gypave me tegel gjatësor është dëshmuar nëpërmjet rezultateve të provës së dystimit dhe provës së fortësisë sipas Vickers të pjesëve përbërëse të bashkësisë së salduar, e mbi bazën e këtyre rezultateve vlerësohet efekti dobiprurës i normalizimit në vetitë mekaniko-teknologjike të bashkësisë së salduar. Rezultatet e makro dhe mikrostrukturës poashtu dëshmojnë qartë për efektin dobiprurës të normalizimit të bashkësisë së salduar.

Fjalët kyçe: përpunim termik, bashkësia e salduar, gypa me tegel, ZNT, prova e dystimit.

ABSTRACT

During the welding process of the pipes with

longitudinal seam, as a result of deformation and thermal cycle, in the welded joint occur phase transformation and internal stresses, which show a harmful effect on the mechanical and technological properties, and in behaviour, respectively in their endurance during utilization. In order to decrease this harmful effect, the heat treatment of the welded joint, respectively the normalisation it is made.

The advantageous effect of the heat treatment, respectively the normalization of the welded joint of pipes with longitudinal seam has been clearly shown through the results of flattening test and Vickers hardness test of the constitutive parts of the welded joint, hereupon based on these results, the advantageous effect of the normalization on the mechanical and technological properties of the welded joint is evaluated. The results of macro and micro structures also clearly show the advantageous effect of the normalization of the welded joint.

Key words: heat treatment, welded joint, seam pipes, HAZ, flattening test.

HYRJE

Bashkësia e salduar kryesisht përbehet nga metali bazë (MB), zona e ndikimit termik (ZNT)

dhe tegeli (T). Gjatë saldimit me shkrirje, tegeli (T) përbëhet nga mikrostruktura e derdhur, që përftohet pas kristalizimit të masës së shkrirë, të përbërë nga materiali bazë dhe materiali plotësues, ndërsa gjatë saldimit me presion, tegeli përbëhet nga mikrostruktura e ngjeshur e materialit bazë, që përftohet si rezultat i bashkëveprimit të temperaturës dhe presionit, fig. 1.

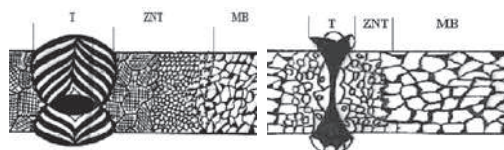


Figura 1. Paraqitja skematike bashkësisë së salduar, majtas saldimit me shkrirje, djathtas ai me presion

Vlen të theksohet se në të dy rastet e saldimit, mikrostruktura e zonës së ndikimit termik (ZNT) përbëhet nga mikrokonstituentë përkatës, që varen nga regjimi i saldimit dhe gradienti i temperaturës. Gjatë saldimit dy dhe shumë shtresor, çdo shtresë pasardhëse nëpërmjet efektit termik ndikon në shtresën pararendëse dhe si rrjedhojë krijohet zonë tjetër e ndikimit termik në shtresën pararendëse të saldimit, që karakterizohet me mikrostrukturë, që dallon dukshëm nga mikrostruktura e zonës së ndikimit termik në metalin bazë. Kështu bashkësia e salduar në të dy rastet e saldimit është tejet heterogjene në pikëpamje mikrostrukturore dhe si rrjedhojë edhe vetitë mekaniko-teknologjike janë heterogjene.

Bashkësia e salduar si rrjedhojë e procesit të saldimit përcjellët edhe me krijimin sforcimeve të brendshme, që nëse nuk merren masa për parandalimin e tyre ose nuk zvogëlohen deri në vlerat e lejuara mund të shfaqin efekt të dëmshëm ndaj integritetit të bashkësisë së salduar.

Për zbutjen e këtij efekti të dëmshëm, është e nevojshme që procesi i saldimit të realizohet në kondita paraprakisht të caktuara. Për këte qëllim duhet që cikli termik të kontrollohet:

- para realizimit të procesit të saldimit, nëpërmjet paranxehjes,
- gjatë realizimit të procesit të saldimit, nëpërmjet nxehjes,
- pas realizimit të procesit të saldimit, në-

përmjet pasnxehjes.

Kontrolli i ciklit termik para realizimit të procesit të saldimit bëhet nëpërmjet përcaktimit optimal të temperaturës së para nxehjes. Para nxehja gjatë procesit të saldimit realizohet në zonën e saldimit, në temperaturë mbi temperaturën e ambientit. Mund të para nxehet e tërë pjesa, që i nënshtrohet saldimit ose eventualisht vetëm zona ku realizohet saldimit dhe vlen të theksohet se temperatura e para nxehjes duhet të mbahet konstante gjatë tërë kohës së saldimit.

Qëllimi kryesor i paranxehjes qëndron në ftohjen e ngadalshme të bashkësisë së salduar pas procesit të saldimit duke e zvogëluar rrezikun e krijimit të sforcimeve të brendshme.

Sipas [9] me paranxehje:

- zvogëlohet shpejtësia e ftohjes së tegelit dhe zonës së ndikimit termik,
- mundësohet krijimi i mikrostrukturës me plasticitet të lartë dhe me rezistencë të lartë ndaj krijimit të plasaritjeve,
- zvogëlohet difuzioni i hidrogjenit,
- zvogëlohet mundësia e krijimit të sforcimeve të brendshme në tegel dhe në zonën afër tegelit,
- përmirësohen vetitë mekanike, veçmas viskoziteti dinamik (shtalbesia),
- zvogëlohet diferenca e temperaturës ndërmyet metalit bazë dhe zonës rreth saldimit,

Temperatura e paranxehjes përcaktohet sipas rregullave të veçanta dhe kryesisht varet nga përbërja kimike, trashësia e metalit bazë, lloji i bashkësisë së salduar, konstruksioni, përmasat, lloji i elektrodave, procesi i saldimit, parametrat e saldimit, teknika e saldimit, temperatura e mjedisit, etj. [1, 3, 5, 6, 8, 10].

Procesi i nxehjes gjatë realizimit të saldimit është i rëndësishëm nga se ka ndikim përcaktues në cilësinë e bashkësisë së salduar. Energjia termike e cila u komunikohet pjesëve metalike që saldohen duhet të përcaktohet saktë dhe me vlera reale. Kjo energji në literaturë emërtohet si inputi i energjisë, energjia e komunikuar, energjia e harkut, fuqia e harkut, nxehësia e komunikuar, energjia lineare etj. [1, 3].

Shpeshherë është e nevojshme që bashkësia e salduar të nënshtrohet nxehjes së mëtejme me

qëllim të zbutjes së efektit të dëmshëm nga cikli i deformimit dhe cikli termik i saldimit dhe në literaturë ky trajtim njihet me termin përpunim termik i bashkësisë së salduar ose përpunim termik pas saldimit [1, 3, 10].

Sipas [4] me përpunim termik pas saldimit:

- zvogëlohen sforçimet e brendshme,
- rritet plasticiteti dhe zvogëlohet fortësia në ZNT,

- zvogëlohet thyerja e brishtë,

- largohet hidrogjeni,

- rikristalizohet mikrostruktura e metalit bazë në kuadër të ZNT, nëse paraprakisht ka qenë e përpunuar me deformim plastik në të ftohtë,

- rritet rezistenca ndaj korrozionit,

- stabilizohen përmasat gjeometrike të pjesëve të salduara, etj.

Në literaturë [2, 6] ekzistojnë mendime divergjente rreth aplikimit të përpunimit termik të bashkësisë së salduar. Disa autorë mendojnë se përpunimi termik ka ndikim të dobishëm në bashkësinë e salduar dhe me çdo kusht duhet të aplikohet te të gjithë bashkësitë e salduara, pavarësisht kostos së lartë, disa të tjerë janë indiferentë dhe shprehin mendimin se përpunimi termik nuk ka as ndikim të dobishëm dhe as ndikim të dëmshëm, ndërsa grupi i tretë janë të mendimit se përpunimi termik ka ndikim të dëmshëm në bashkësinë e salduar.

Pasnxehja, përkatësisht përpunimi termik i bashkësisë së salduar realizohet në temperatura të ndryshme, varësisht prej qëllimit, që duhet arritur.

Sipas [4] përpunimi termik pas saldimit klasifikohet në:

- përpunimi termik nën temperaturën A_1 ,
- përpunimi termik në intervalin e temperaturës A_1 - A_3 ,
- përpunimi termik mbi temperaturën A_3 .

Në këtë punim prezantohet një vështrim gjithëpërfshirës i përpunimit termik të bashkësisë së salduar të gypave të çelikut me tegel gjatësor, që prodhohen me nxehtë elektrozistuese me rrymë me frekuencë të lartë, nën ndikimin e presionit anësor.

MATERIALET DHE METODAT

Gypat e salduar me tegel gjatësor Ø 406.4mm x 6.35mm janë prodhuar në linjën L-16, në IMK-Fabrika për prodhimin e gypave të çelikut në Ferizaj, nga çeliku i markës X52 sipas API-së (Amerikan Petroleum Institute), me përbërje kimike dhe veti mekanike sipas Certifikatës së prodhuesit, tab. 1 dhe 2.

Ngarkesa	Përbërja kimike %						
	C	Mn	Si	P	S	Al	V
551635	0.14	1.25	0.23	0.018	0.015	0.020	0.041

Tabela 1. Përbërja kimike e çelikut X52

Ngarkesa	Vetitë mekanike			
	Re	Rm	A ₂	K _V në 0°C
551635	MPa		%	J
	399	497	32.5	121

Tabela 2. Vetitë mekanike të çelikut X52

Bashkësia e salduar e gypave me tegel gjatësor i është nënshtruar përpunimit termik lokal, respektivisht normalizimit në linjën e prodhimit (in-line), menjëher pas saldimit, fig.2.

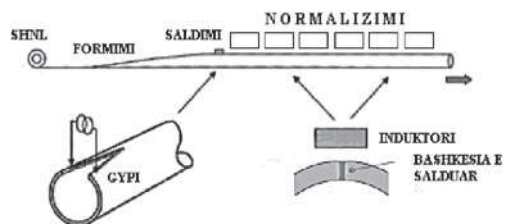


Figura 2. Skema e realizimit të përpunimit termik të bashkësisë së salduar

Nxehja e bashkësisë së salduar deri në temperaturën e nevojshme të normalizimit (920 °C) është realizuar në kohëzgjatje prej $t_1=26.6s$, kohëzgjatja e mbajtjes në këte temperaturë ka qenë $t_2=13.3 s$ dhe kohëzgjatja e ftohjes në ajër ka qenë $t_3=150 sec$, fig. 3.

Me qëllim të përcjelljes së efektit të përpunimit termik, respektivisht normalizimit, nga gypat e salduar me tegel gjatësor Ø 406.4 mm x 6.35 mm janë marrë mostra, fig.4, për këto prova:

- prova e dystimit,
- prova e fortësisë,
- prova (analiza) metalografike.

Për provën e dystimit janë prerë katër unaza (mostra) me gjatësi prej afro 400 mm:

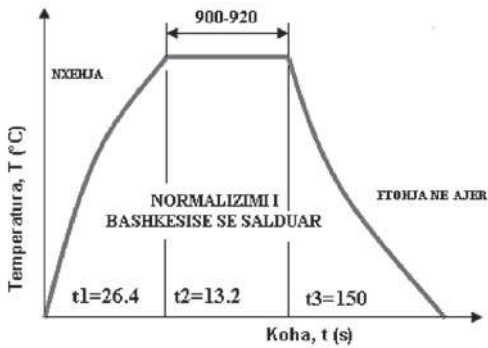


Figura 3. Diagrama e normalizimit të bashkësisë së salduar

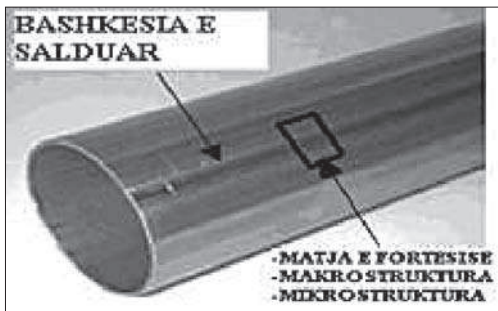


Figura 4. Marrja e mostrave për prova

- dy unaza (mostra) para normalizimit dhe
- dy unaza (mostra) pas normalizimit

Mostrat e përzgjedhura, pas përpunimit të skajeve i janë nënshtruar provës në dystim, në presën hidraulike të tipit Dihnaforin PS 2043, sipas skemës së dhënë në fig. 5.

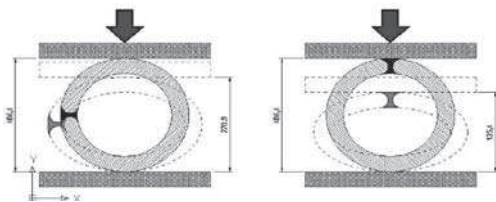


Figura 5. Skema e provës në dystim

Prova e fortësisë sipas Vickers (HV30/15) është kryer në mostrat e përzgjedhura para dhe pas normalizimit. Matja e fortësisë (HV30/15) është bërë në tre drejtime A, B dhe C, përkatësisht në nëntë pozicione sipas skemës në fig. 6.

Nga unazat e gypave, që i janë nënshtruar provës në dystim, janë marrë mostra metalo-

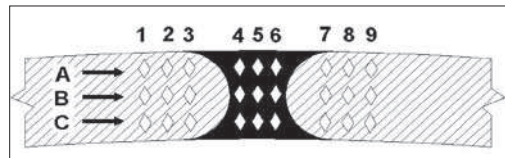


Figura 6. Skema e matjes së fortësisë (HV30/15) së bashkësisë së salduar

grafike për vrojtimin e makrostrukturës dhe mikrostrukturës.

Këto mostra pas përgatitjes standarde dhe pas brejtjes kimike me 3% tretje alkoolike të acidit nitrik (HNO₃), në kohëzgjatje prej disa sekondash, përkatësisht deri në përvijimin e pjesëve përbërëse të bashkësisë së salduar, i janë nënshtruar vrojtimin makroskopik dhe mikroskopik në mikroskopin optik Neophot 21.

REZULTATET DHE DISKUTIMI

Rezultatet e provës së dystimit, tab. 3, tregojnë qartë se në të dy mostrat, para normalizimit, në pozicionin (90°), ku bashkësia e salduar nga ana e jashtme i nënshtrohet deformimit në tërheqje, ndërsa nga ana e brendshme deformimit në shtypje, paraqiten çarje që pasojnë me shkatërrim të mostrave. Me këtë është dëshmuar se plasticiteti i bashkësisë së salduar është tejet i dobët, si rezultat i mikrostrukturës së krijuar nga bashkëveprimi i nxehjes dhe presionit anësor gjatë procesit të saldimit. Pas normalizimit, të dy mostrat janë deformuar deri në lartësinë e paraparë, pa shfaqur çarje ose plasaritje. Në fig. 7 paraqiten mostrat e provës së dystimit, para dhe pas normalizimit.

Ngarkesa	Mostrat Unazat e gypit	Prova në dystim	
		Pozicioni (90°) H=2/3D=270,9mm	Pozicioni (0°) H=1/3D=135,4mm
511635	Para normalizimit	(-)	(+)
		(-)	(+)
	Pas normalizimit	(+)	(+)
		(+)	(+)

Tabela 3. Rezultatet e provës në dystim

Nga profilet e matjes së fortësisë (HV30/15), fig. 8, vërehet se fortësia e pjesëve përbërëse të bashkësisë së salduar (MB, ZNT, VB) para normalizimit është tejet heterogjene, pra vërehet ndryshim i madh ndërmjet fortësisë së zonës së ndikimit termik (ZNT) dhe metalit bazë (MB).

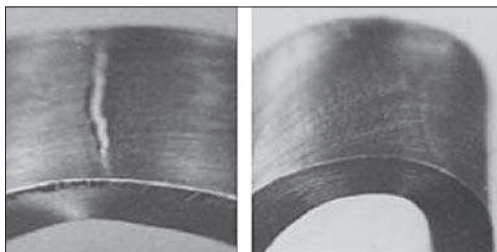


Figura 7. Mostrat e provës së dystimit, para dhe pas normalizimit

Diferenca ndërmjet fortësisë mesatare të zonës së ndikimit termik ($HV_{mes_{ZNT}}=273$) dhe metalit bazë ($HV_{mes_{MB}}=164$) është $\Delta HV = HV_{mes_{ZNT}} - HV_{mes_{MB}} = 273 - 164 = 109$, respektivisht 66,4%, ndërsa diferenca ndërmjet fortësisë maksimale të zonës së ndikimit ($HV_{max_{ZNT}}=290$) dhe fortësisë minimale të metalit bazë ($HV_{min_{MB}}=160$) është $\Delta HV = 290 - 160 = 130$, respektivisht 81,2%. Vlen të theksohet se vija e bashkimit (VB) ka fortësi mesatare ($HV_{mes_{VB}}=255$) më të vogël se fortësia e zonës së ndikimit termik (ZNT) ($HV_{30/15} = 273$), për 7,0%.

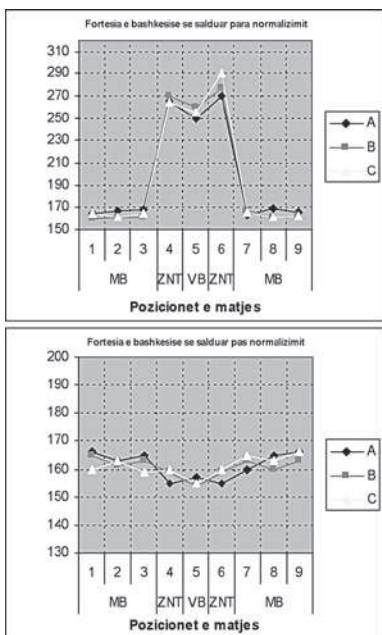


Figura 8. Profilet e fortësisë (HV30/15) të bashkësisë së salduar

Pas normalizimit, fortësia e zonës së ndikimit termik (ZNT) dhe vijës së bashkimit (VB)

zvogëlohet dukshëm si rezultat i shndërrimit fazor, respektivisht krijimit të mikrostrukturës kokërrimët ekuiaxiale. Pas normalizimit fortësia mesatare e zonës së ndikimit termik ($HV_{mes_{ZNT}} = 160$) është më e vogël se fortësia mesatare e metalit bazë ($HV_{mes_{MB}} = 163$). Diferenca është $\Delta HV = 163 - 160 = 3$, respektivisht 1.8%. Diferenca ndërmjet fortësisë maksimale të metalit bazë ($HV_{max_{MB}} = 166$) dhe fortësisë minimale të vijës së bashkimit ($HV_{min_{VB}} = 154$) është $\Delta HV = 166 - 154 = 12$, respektivisht 7,7%. Në bazë të këtyre rezultateve të fortësisë mund të konsiderohet se pas normalizimit, fortësia e bashkësisë së salduar është homogjenizuar në shkallë të lartë.

Nga makrografitë e prezantuara në fig. 9, vërehet se bashkësia e salduar e gypave me tegel drejtvizor $\varnothing 406.4\text{mm} \times 6.35\text{mm}$, përbëhet nga metali bazë (MB), zona e ndikimit termik (ZNT) dhe vija e bashkimit (VB). Para normalizimit forma e zonës së ndikimit termik (ZNT) i përngjan formës së "orës së rërës" me konture të qarta dhe e errësuar nga ana e brendshme e tyre, ndërsa pas normalizimit qartësia e kontureve zbehet dhe vërehet një zbardhje e kësaj zone.

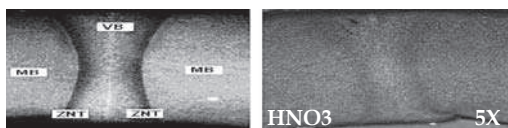


Figura 9. Makrostruktura e bashkësisë së salduar

Mostrat metalografike të vrojtura në mikroskopin optikë Neophot 21, pasqyrojnë mikrostrukturën e metalit bazë (MB) dhe të zonës së ndikimit termik (ZNT), fig. 10. Mikrostruktura e metalit bazë (MB) përbëhet nga kokërrizat e imëta koaksiale të ferritit dhe perlitit me një orientim në drejtim të caktuar, që është rrjedhim i procesit të laminimit, ndërsa mikrostruktura e zonës së ndikimit termik (ZNT) është po ashtu kokërrimët dhe e përbërë nga mikrokonstituentët përkatës, si rezultat i saldimit me rrymë me frekuencë të lartë dhe nën veprimin e presionit anësor. Vlen të theksohet se vërehet qartë një zonë e bardhë e cila shtrihet pingul me trashësinë e materialit dhe posedon fortësi më të vogël se zona e ndikimit termik.

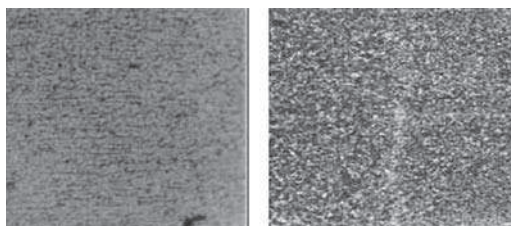


Figura 10. Mikrostruktura e bashkësisë së salduar

PËRFUNDIM

Në bazë të rezultateve eksperimentale sillen këto përfundime:

- Përpunimi termik, respektivisht normalizimi i bashkësisë së salduar të gypave me tegel gjatësor e përmirëson dukshëm plasticitetin e saj, që është dëshmuar qartë me rezultatet e provës teknologjike të dystimit.

- Fortësia sipas Vickers (HV30/15) e pjesëve përbërse të bashkësisë së salduar të gypave me tegel gjatësor, (MB, ZNT, VB), pas përpunimit termik, respektivisht pas normalizimit homogjenizohet në shkallë të konsiderur dhe paraqet një tregues tejet të rëndësishëm për vlerësimin e efektit të normalizimit në vetitë mekanike të bashkësisë së salduar.

- Makro dhe mikrostruktura e bashkësisë së

salduar pas normalizimit, nëpërmjet shndërtimeve fazore rezultojnë me krijimin e mikrokonstituentëve përkatës, që përmirësojnë dukshëm vetitë mekanike-teknologjike të bashkësisë së salduar.

BIBLIOGRAFIA

BYTYÇI B., OSMANI H. (1996) *Saldimi I*, Universiteti i Prishtinës, Prishtinë.

DASIĆ P., DURIC S., STEFANEK M. (2005) *Regression analysis of influence of heat treatment on mechanical properties of Welded joints*, Science-Research-Development 2, 81-90.

GOJIĆ M. (2003) *Tehnike spajanja i razdvajanja materijala*, Sveučilište u Zagrebu, Metalurški Fakultet, Sisak.

Hrivnjak I. (1969) *The theory of mild and microalloy steels weldability*, Bratislava.

Linnert G.E. (1965) *Welding metallurgy*, third ed., American Welding Society, New York.

MIŠINA N. (1991), *Istraživanje utjecaja toplinske obrade na svojstva zaverenih spojeva mikrolegiranih čelika*, Doktorska disertacija, Sveučilište u Zagrebu.

SISL V., KOVAČEVIĆ B (2001) *Toplinska obrada u zavaranju, dio prvi*, Zavarivanje 44, 7-15.

SCOTT R. (2000) *Taking Your Weld's Temperature*, North American Steel Construction Conference, Las Vegas.

SCOTT S. (1988) *Key concepts in Welding Engineering*, Welding Innovation, Vol. XV, No. 2, 10-11.

SEFERIAN D., CHEVENARD P. (1975) *Metallurgie de la soudure*, Dunod, Paris.