

REZULTATE EXPERIMENTALE CU PRIVIRE LA REALIZAREA ÎN CONSTRUCȚIE SUDATĂ A PRODUSULUI „REACTOR PLACAT 120-R”

DIACU Razvan Ciprian

Facultatea: Inginerie Industrială și Robotică, Specializarea: Ingineria și managementul proceselor de sudare și control, Anul de studii:2019-2020, e-mail:diacurazvan1@gmail.com

Conducători științifici: Conf. Dr. Ing. Corneliu RONTESCU,
Conf. Dr. Ing. Dumitru-Titi CICIC

REZUMAT: Prezenta lucrare prezintă etapele necesare omologării procesului de placare cu banda prin procedeul de sudare sub strat de flux conform standardului American ASME Secțiunea a IX-a pentru a putea fi utilizată în partea de producție. După realizarea probelor placate, acestea sunt supuse examenilor și încercărilor specifice, cerute de către standardele în vigoare..

Cuvinte cheie:

Omologare- are ca scop demonstratia că procesul de îmbinare propus pentru construcție este capabil să producă îmbinări având proprietățile mecanice cerute.

Placare-acoperire cu material prin sudare împotriva corziunii pentru a obține o anumită compoziție chimică la suprafață.

1. Introducere

Prezentul proiect a avut ca scop analizarea procesului de omologare a unei placări cu banda. În cadrul acestui proiect au fost prezentate caracteristicile generale ale produsului Reactor și pașii necesari pentru realizarea omologării.

2. Stadiul actual

Deoarece aceasta placare era necesară la realizarea unui recipient supus unei presiuni ridicate și a unei temperaturi ridicate în timpul funcționării, a fost necesară omologarea procesului de placare cu banda, având la bază normele de proiectare și construcție conform ASME și PED.

3. Descrierea produsului

Produsul pentru care s-a realizat placarea este un reactor utilizat în domeniul petrochimiei alcătuit din următoarele elemente principale, prezentate în figura 1 : (3) virole, (2) funduri elipsoidale, (1) gura de vizitare, (6) racorduri, (6) ștuțuri, (6) flanșe, (1) cot 90°. Poziția de funcționare este orizontală.

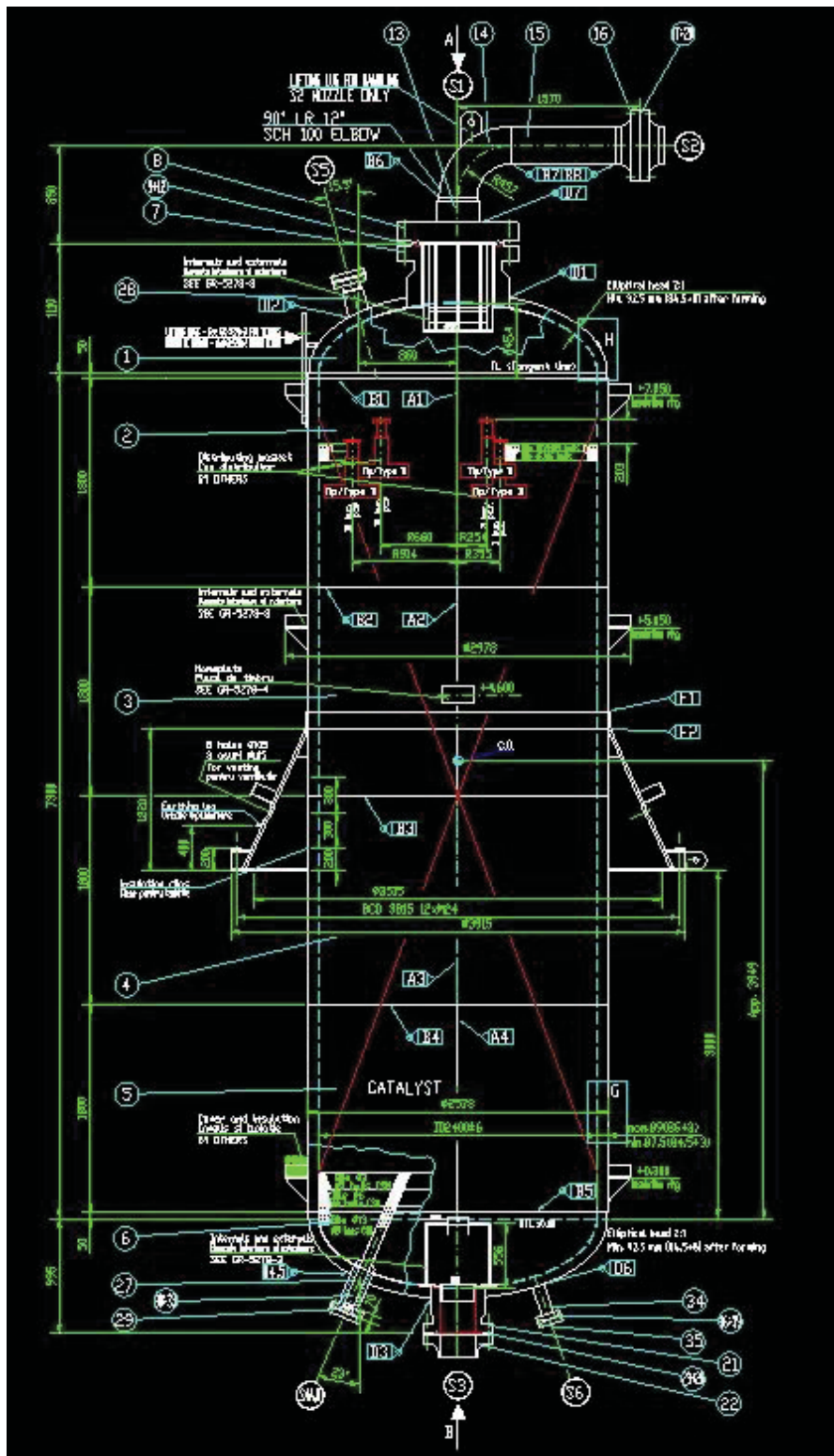


Figura 1. Schita Produsului Reactor

Caracteristicile tehnice generale ale produsului Reactor sunt:

Tabelul 1. Caracteristicile tehnice ale produsului

Temperatura maxima de functionare	538 ° C
Temperatura minimă priectată	-20 ° C
Presiunea de lucru	66,8 bar*g
Proba de etanșitate	125,3 bar*g
Masa produsului	59400 kg
Volum	201 m ³
Diametrul nominal al virolelor	2578 mm
Lungimea totală a produsului	11500

Principalele materiale utilizate in confectionarea produsului sunt:

- Table confecționate din SA 387Gr.11Cl.2

În conformitate cu Standardul ASME secțiunea IX acest material este încadrat în grupa 4, subgrupa 1. Materialul are următoarele proprietăți mecanice conform ASME secțiunea II A:

- Limita de rupere Rm minimă de 515 [MPa];
- Limita de curgere Rp0,2 minimă de 310 [MPa];
- Alungirea de 18 %.

Compoziția chimică a acestui material in conformitate cu ASME secțiunea II A se regăsește în tabelul 2 :

Tabelul 2. Compozitia chimica a materialului SA 387Gr.11Cl.2

C	Mn	P(max)	S(max)	Si	Cr	Mo
0.05 - 0.17	0.40 - 0.65	0.025	0.025	0.50–0.80	1.00–1.50	0.40–0.70

- Table bimetal confecționate din SA 387Gr.11Cl.2+SA240TP347



Figura 2. Tabla bimetal

4. Pașii realizați pentru omologarea procesului de placare cu banda au fost urmați după cum urmează

- Alegerea materialului de adaos pe baza fișelor tehnice.
- Realizarea pWPS-ului
- Comandarea și verificarea certificatului de calitate al materialelor de adaos
- Verificarea certificatelor materialului de bază
- Rigidizarea probei în vederea plăcii
- Preîncalzirea probei
- Placarea probei de omologare
- Controlul nedistructiv al probei înainte de tratamentul termic
- Tratamentul termic al probei
- Controlul nedistructiv al probei după tratamentul termic
- Realizarea încercărilor mecanice
- Eliberarea Raportului de calificare a procedurii de sudare (PQR).

5. Rezultate experimentale

5.1 Rezultate la examinarea lichide penetrante

Examinarea cu lichide penetrante a probei de omologare a fost efectuată atât înainte de tratamentul termic cât și după realizarea acestuia.



Figura 3. Examinare proba cu lichide penetrante

In conformitate cu rapoartele de examinare cu lichide penetrante figura 4 si figura 5 ale probei nu s-au gasit defecte de suprafata si proba a fost acceptata.

Nr./No.582... Data/Date14.11.2019.....

Comanda intern/ PQR 1469 Nr.fabricatie/ Fabrication no. Poz.monaj/ ---
 Shop order no. Fabrication no. Item no.
 Produs/ PROBA OMOLOGARE Subansamblu/ P.S.292
 Product Subassembly

Conditii de executare a examenului/Examination conditions:
 Tipul (produsului) lichidului penetrant folosit/ FLUXO
 Type (product) of penetrant liquid used
 Penetrant - P.125 LOT L1811052; Remover - S.190 LOT L1811065; Developer R.175 LOT L1811002
 Temp. mediului ambiant/ 20°C Temp. probei de examinat/ 20°C
 Ambient temperature: 20°C Temperature of the examined item: 20°C
 Modus de curatare a probei/ BRUSHING AND S.190 LOT L1811065
 Manner of item cleaning:
 Durata de timp a: penetrare/ 15 minute dezvoltare/ 15 minute
 penetration: 15 minutes development: 15 minutes
 Modus de indepartare a excesului de penetrant/ WATER/APA
 Method for excess penetrant removal:
 Examinarea s-a efectuat conform planului de examinare atasat nr.
 Examination has been performed as in the attached NDT sketch No.
 Examinarea s-a efectuat inainte (dupa) TT/proba la temperatura de sudura/
 Examination has been performed prior (after) PWHT / before/after the weld joint temperature:
 WELD OVERLAY - PROCEDUL DE SUDURA(SAW) WELD OVERLAY)

LA FINAL
 Examinarea s-a efectuat *Examination has been performed*
 Evaluarea rezultatelor a fost realizata in conf. cu - ASME CODE SECT VIII DIV. 1 App.8, Editie 2017
 Results have been evaluated according to:

Rezultatul controlului/ ACCEPTAT RESPINS
 Result of the control: ACCEPTED REJECTED

BASE MATERIAL:SA387Gr.11Cl.2/2mm+W.O.Tp.309L+347
 MATERIAL APORȚ/SUDOTAPE 309L+SUDOTAPE 347

* Se va preciza in stare finala, dupa fiecare strat, stratul de radacina, numai muchiile rostului, etc.
 * Shall be specified in final conditions, after each layer, root layer, groove edges and so on.

Figura 4. Raport examinare LP inainte de TT

Nr./No.593... Data/Date18.11.2019.....

Comanda intern/ PQR 1469 Nr.fabricatie/ Fabrication no. Poz.monaj/ ---
 Shop order no. Fabrication no. Item no.
 Produs/ PROBA OMOLOGARE Subansamblu/ P.S.292
 Product Subassembly

Conditii de executare a examenului/Examination conditions:
 Tipul (produsului) lichidului penetrant folosit/ FLUXO
 Type (product) of penetrant liquid used
 Penetrant - P.125 LOT L1811052; Remover - S.190 LOT L1811065; Developer R.175 LOT L1811002
 Temp. mediului ambiant/ 20°C Temp. probei de examinat/ 20°C
 Ambient temperature: 20°C Temperature of the examined item: 20°C
 Modus de curatare a probei/ BRUSHING AND S.190 LOT L1811065
 Manner of item cleaning:
 Durata de timp a: penetrare/ 15 minute dezvoltare/ 15 minute
 penetration: 15 minutes development: 15 minutes
 Modus de indepartare a excesului de penetrant/ WATER/APA
 Method for excess penetrant removal:
 Examinarea s-a efectuat conform planului de examinare atasat nr.
 Examination has been performed as in the attached NDT sketch No.
 Examinarea s-a efectuat inainte (dupa) TT/proba la temperatura de sudura/
 Examination has been performed prior (after) PWHT / before/after the weld joint temperature:
 WELD OVERLAY - PROCEDUL DE SUDURA(SAW) WELD OVERLAY)

LA FINAL
 Examinarea s-a efectuat *Examination has been performed*
 Evaluarea rezultatelor a fost realizata in conf. cu - ASME CODE SECT VIII DIV. 1 App.8, Editie 2017
 Results have been evaluated according to:

Rezultatul controlului/ ACCEPTAT RESPINS
 Result of the control: ACCEPTED REJECTED

BASE MATERIAL:SA387Gr.11Cl.2/2mm+W.O.Tp.309L+347
 MATERIAL APORȚ/SUDOTAPE 309L+SUDOTAPE 347

* Se va preciza in stare finala, dupa fiecare strat, stratul de radacina, numai muchiile rostului, etc.
 * Shall be specified in final conditions, after each layer, root layer, groove edges and so on.

Figura 5. Raport examinare LP dupa TT

5.2 Rezultate la examinarea cu ultra sunete

Examinarea cu ultra sunete a probei de omologare a fost efectuata atat inainte de tratamentul termic cat si dupa realizarea acestuia.

In conformitate cu rapoartele de examinare cu ultra sunete figura 6 si figura 7 ale probei nu s-au gasit defecte de adancime proba fiind acceptata .

BULETIN DE EXAMINARE ULTRASONICA A ZONELOR PLACATE
 ULTRASONIC EXAMINATION REPORT OF CLADDED AREAS
 Nr.....218... Data.....14.11.2019.....

Comanda nr. PQR 1469 Produs PROBA OMOLOGARE
 Shop order No. Product

Reper/Simbol sudura CLADDED/PLACARE -PS-292
 Mark/Weld item.....

Tip aparat EPOCH 650 Marca / Seria 160171603/OLYMPUS
 Apparatus Type. Trade Mark/ Serial No

Palpatorei SEB 4 H.53970 ar 24 Frecventa 4MHz Amplificarea 58dB Cuplant
 Search Units Cable:2MPKL-2 mFrequency.....Gain.....Coupling GLYCERINE; 99.5%

Examinarea a fost efectuata in conformitate cu ASME CODE SA 578 S7 LEVEL C Editie 2017.....
 Examination has been performed according to:

BASE MATERIAL:SA387Gr.11Cl.2/2mm+W.O.Tp.309L+347
 MATERIAL APORȚ/SUDOTAPE 309L+SUDOTAPE 347

Rezultatul examinarii: ADMIS RESPINS
 Examination result: ACCEPTED REJECTED

Observatii
 Remarks:.....EXAMINAREA S-A EFECTUAT ITT.....

Figura 6. Raport examinare US inainte de TT

BULETIN DE EXAMINARE ULTRASONICA A ZONELOR PLACATE
 ULTRASONIC EXAMINATION REPORT OF CLADDED AREAS
 Nr.....214... Data.....18.11.2019.....

Comanda nr. PQR 1469 Produs PROBA OMOLOGARE
 Shop order No. Product

Reper/Simbol sudura CLADDED/PLACARE -PS-292
 Mark/Weld item.....

Tip aparat EPOCH 650 Marca / Seria 160171603/OLYMPUS
 Apparatus Type. Trade Mark/ Serial No

Palpatorei SEB 4 H.53970 ar 24 Frecventa 4MHz Amplificarea 58dB Cuplant
 Search Units Cable:2MPKL-2 mFrequency.....Gain.....Coupling GLYCERINE; 99.5%

Examinarea a fost efectuata in conformitate cu ASME CODE SA 578 S7 LEVEL C Editie 2017.....
 Examination has been performed according to:

BASE MATERIAL:SA387Gr.11Cl.2/2mm+W.O.Tp.309L+347
 MATERIAL APORȚ/SUDOTAPE 309L+SUDOTAPE 347

Rezultatul examinarii: ADMIS RESPINS
 Examination result: ACCEPTED REJECTED

Observatii
 Remarks:.....EXAMINAREA S-A EFECTUAT DTT.....

Figura 7. Raport examinare US dupa TT

In urma efectuării controlului cu ultrasunete s-a determinat si adancimea de patrundere a placajului in materialul; de baza, aceasta fiind de 3 mm.

5.4 Rezultate la incercari mecanice

In conformitate cu standardul ASME sectiunea a IX-a de calificare a proceselor de sudare incercarile mecanice pentru probele placate sunt indoirile pe paralele pe directia placarii (2) si indoirile perpendiculare pe directia placarii(2). In conformitate cu raportul din figura 10 indoirile efectuate nu au produs fisuri in placaj.

RAPORT DE INCERCARI MECANICE / MECHANICAL TEST REPORT
NR./ No. : 432 DATA /DATE: 22.11.2019

al epruvetelor /of specimens marking 2191101 ; - PQR 1469 (Z)
primate de la /received from: lab. sudura/ Welding Laboratory cu act nr. /with no. 390 dia /of 20.11.2019

MATERIAL/ MATERIAL		TENSILE TEST/ INCERCAREA LA TRACTIUNE					IMPACT TEST/ INCERCAREA LA SOC				HARDNESS/ DURITATE			
Shop order/ Comanda interna	Mater. grade/ Tipul de metal	Heat No./ Seria nr.	Welder Stamp/ Pozitie sudor	Thick./ Gros. (mm)	Yield point/ Limita de curgere (N/mm ²)	Tensile strength/ Rezistenta la rupere (N/mm ²)	Elongation/ Alung. (%)	Striction/ Gibuire (%)	Locat. of Crack/ Locul rupturii	KV	KV	Temp. (°C)	HB	
					Min : Max : T= °C	Min : Max :	Min :	Min :	ASME EN	ASME EN			Min: Max: M: Base metal, Z: HAZ, W: Weld	Side 1 Side 2
Mj.	SA 387 Gr.11Cl2			292	30					300/10				
Z														
Heat treatment: 650-680°C/240min x2cicluri SAW overlay: Sudotape 309L /0.5x60mm + flux Record INT 109; Sudotape 347 /0.5x60mm + flux Record INT 109;										BENDING TEST/ INCERC. LA INDOIRE ASTM E190 (QW 462.54) d=4t; SBC: cu directia placarii 1. - fara fisuri; 2. - fara fisuri; SBC: ⊥ pe directia placarii: 1. - fara fisuri ; 2. - fara fisuri ;				

Figura 10. Raport incercari mecanice

5.5 Rezultate la examinari metalografice

La proba de metalografie s-a efectuat si duritatea materialului de baza si zona influentata termo-mecanic, de unde au rezultat valori sub 200 HB conform raportului metalografic din figura 11.

MACROSTRUCTURE:

Examinarea macro in conf. cu / Macrostructure examination acc. to: SR EN ISO 17639
(ASME S IX+PED 2014/68/EC)
Proba nr. 1- Z || : depunere placaj 2 stratURI , grosime placaj 6-7mm (cladding sample deposited from 2layer , cladding thickness 6-7 mm).
Proba nr. 2- Z ⊥ : depunere placaj 2 stratURI , grosime placaj 6-7,5mm (cladding sample deposited from 2layer , cladding thickness 6-7,5mm).

Incarcarea la duritate Vickers HV10 conf. / Vickers Hardness Test HV10 acc. to : HV10- ASTM E92:

Measurement location	BM: Z ⊥ oc/cs	HAZ 1 Z ⊥ oc/cs	WM	HAZ2 Z oc/cs	BM: Z oc/cs
I	165-162-169	188-186-185	-----	190-190-182	169-165-163
II	168-163-163	198-179-180	-----	194-185-184	165-155-157
III	-----	-----	-----	-----	-----

* - amplasarea duritatii Vickers conf. SR EN ISO 9015-1 / Location Vickers Hardness acc to SR EN ISO 9015-1

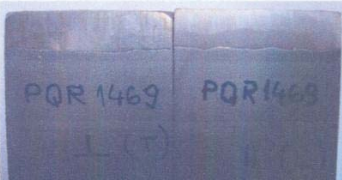


Figura 11. Raport metalografic pentru duritate

In cadrul raportului metalografic din figura 12 reiese ca structura materialului de baza , SA387Gr11Cl2 este ferito-perlitica cu granulatatie punctaj de 8-7.5. In zona influentata termo mecanic , structura din zona de supraincalzire este ferito-perlitica cu baianita cu granulatatie punctaj 2-3, iar in zona de normalizare granulatatie punctja 10. In sudura este o structura tipica de turnare (austenita de turnare

Atacul a fost facut cu Nital 3% .

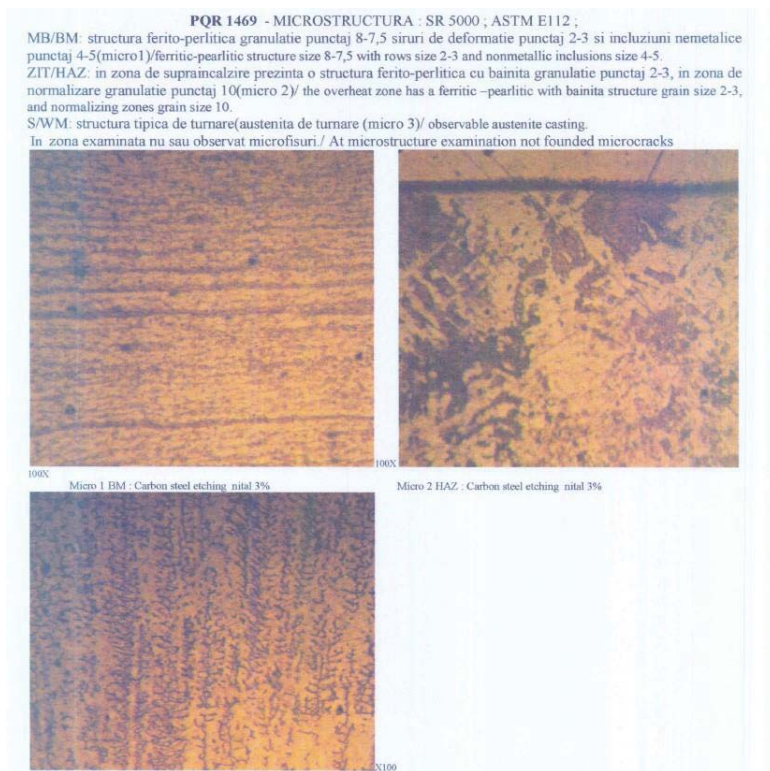


Figura 12. Raport metalografic pentru structuri.

5.6 Rezultate la examinarea compozitiei chimice

Analiza chimica fost efectuata atat dupa tratamentul termic cat si inainte.

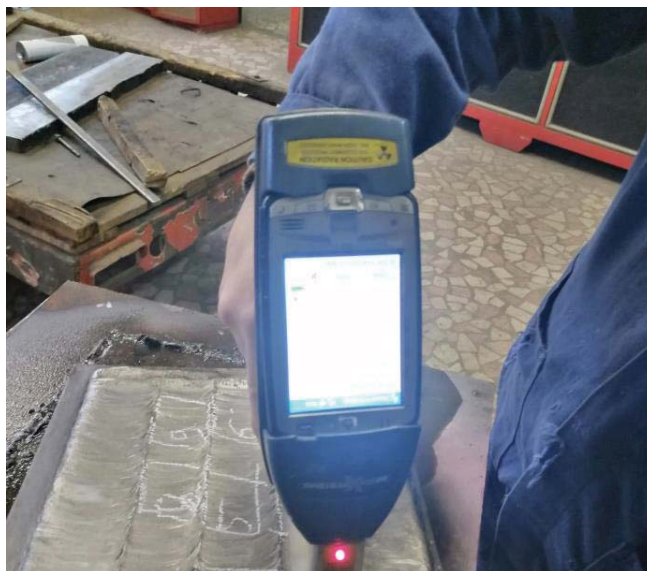


Figura 13. Realizare control PMI

Conform cu raportul din figura 13 compozitia chimica se incadreaza in standardul ASME IIA, de unde rezulta ca omologarea a trecut testul de analiza chimica.

CHEMICAL COMPOSITION RESULTS								
TEST REPORT No.0432								
SPECTRAL ANALYSIS								
BY OPTICAL EMISSION								
Comanda :2191101;					Data / Date :		11/20/2019	
Act Nr.-Data / Letter No.:S200/390/20.11.2019;					Dimensiuni / Dimension:0,5X60mm ;			
Beneficiar / Customer :Boiler Workshop.;					Marcaj / Marking identification: PQR 1469 Z;			
Material:SUDOTAPE 347+RECORD INT 109;					Temperatura de incercare:21°C;			
Standarde de referinta: ASTM E327/1994; ASTM E415/2017;					ASTM E1086/2014;			
SR CR 10316/2012;STAS 11464-80;Proced. LIDACEN-PL-015/Editia 2 Rev.1								
Etalon utilizat:IRSID 1820-13TI1820 MBH Analytical Ltd;								
Sarja/Heat:96459;								
MB:SA 387 Gr.11 Cl.2/30mm+W.O. Tp.309;								
PS:292;Procedeu:SAW overlay;Sudat:placare;								
T.T.:650+680°C/240 min.X2 cicluri								
	Fe	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo
Ave	68.2	0.0230	0.682	1.48	< 0.0050	< 0.0015	19.0	0.364
	Ni	Al	Co	Cu	Nb	Ti	V	W
Ave	9.77	0.0135	0.0337	0.0446	0.209	< 0.0050	0.0302	< 0.0500

Figura 14. Raport analiza compozitie chimica

6. Concluzii

1) In urma efectuării examenilor nedistructive nu au fost depistate imperfecțiuni și se încadrează în limitele impuse de către standardele în vigoare.

2) In urma realizării probelor placate în vederea omologării procedurii de sudare :

- S-a eliberat Raportul de calificare a procedurii de sudare (PQR)
- S-a elaborat WPS-ul având la baza pWPS -ul realizat pentru omologare
- WPS-ul elaborat a fost utilizat în cazul realizării placarilor pentru produsul REACTOR PLACAT 120-R



Figura 15. Realizare fund placat

7. Bibliografie

- [1] ASME Secțiunea IX editia 2017
- [2] ASME Secțiunea II A editia 2017
- [3] ASME Secțiunea IIC editia 2017
- [4] ASME Secțiunea V editia 2017
- [5] ASME Secțiunea VIII editia 2017