

HARDOX®
WEAR PLATE

SUDAREA OȚELULUI HARDOX®



SSAB

CUPRINS

Sudarea plăcii de uzură a Hardox®	3
Metode de pregătire a rostului	4
Aportul de căldură	5
Prevenirea fisurării produsă de hidrogen	6
Temperaturile de preîncălzire și de tranziție minime	8
Temperaturile de preîncălzire recomandate	10
Obținerea și măsurarea temperaturii de preîncălzire	12
Încărcarea cu metal dur	13
Recomandări pentru reducerea deformării	14
Timpul de răcire $t_{8/5}$	16
Ordinea de sudare și dimensiunea rostului	17
Consumabile pentru sudare	18
Consumabile pentru sudare din oțel inoxidabil	20
Gazul protector	21
Sudarea pe grund	22
Tratamentul termic postsudură	22
Noutăți în tehnologia de sudare	23



SSAB Manual de sudare

Dacă doriți să explorați lumea sudurii în detaliu, vă recomandăm Manualul de sudare SSAB. Acest document cu 132 de pagini vă oferă o cantitate mare de informații de specialitate și recomandări pentru tehnicieni, ingineri și alți profesioniști. Manualul conține recomandări pentru obținerea celor mai bune rezultate în sudarea plăcilor de uzură Hardox® și a oțelurilor de înaltă performanță Strenx®. Descrie fluxul și ciclul termic, modul de eliminare a riscului apariției fisurilor, îmbunătățirile zonei de afectare termica, selectarea consumabilelor și a materialului de umplutură, precum și caracteristicile geometrice ale rosturilor.

O versiune digitală poate fi descărcată sau o copie tipărită a Manualului de sudare SSAB poate fi comandată la ssab.com/support/steel-handbooks

SUDAREA PLĂCII DE UZURĂ HARDOX®

Gama de plăci de uzură Hardox®, care cuprinde foi de tablă, bare rotunde, țevi și tuburi, combină performanțele unice cu proprietățile de sudabilitate excepționale. Pot fi utilizate orice metode de sudare convenționale pentru a suda oțelul Hardox® de alte oțeluri sudabile.

Această broșură conține sfaturi și informații utile pentru oricine dorește să-și simplifice și eficientizeze procesele de sudare. Oferă sfaturi pentru temperaturile de preîncălzire și tranziție, aportul de căldură, consumabilele pentru sudare și altele.

Pe baza acestor informații practice utilizatorii pot beneficia din plin de proprietățile unice ale oțelurilor Hardox®. În broșură se fac referințe la:

- ▶ Documentația TechSupport oferă mai multe informații și tratează subiecte cum sunt măsurile pentru a evita discontinuitățile. De asemenea, oferă exemple de furnizori de consumabile. Documentația TechSupport poate fi găsită în Centrul de descărcare, la ssab.com/download-center.
- ▶ Software-ul WeldCalc™, în versiunea pentru desktop sau ca aplicație, permite utilizatorilor să-și optimizeze performanțele de sudare pe baza unor condiții și cerințe specifice ale structurii sudate. WeldCalc™ se găsește la ssab.com/support/calculators-and-tools.

Informațiile cuprinse în această broșură au numai un caracter general. SSAB AB nu-și asumă răspunderea pentru conformitatea și caracteristicile tehnice adecvate cu utilizarea lor pentru nici una dintre aplicații. Utilizatorul îi revine răspunderea de a determina independent conformitatea cu scopul în care sunt folosite pentru toate produsele și/sau a aplicațiile, de a le testa și verifica în acest sens. Informațiile furnizate de SSAB AB prin prezenta sunt oferite fără nicio obligație, iar riscurile asociate cu posibile erori sau orice alte riscuri generate de aceste informații vor fi suportate de utilizator.



PARAMETRI IMPORTANȚI LA SUDARE

Pentru a obține o sudură de înaltă calitate, înainte de a începe curățați zona de sudare pentru a îndepărta orice urme de umiditate, ulei, coroziune sau alte impurități. În plus față de igiena de sudare respectați următoarele:

- ▶ Selectarea consumabilelor pentru sudare
- ▶ Temperaturile de preîncălzire și de tranziție
- ▶ Aportul de căldură
- ▶ Ordinea de sudare și dimensiunea rostului

METODE DE PREGĂTIRE A ROSTULUI

Rosturile pot fi pregătite prin metode convenționale, cum sunt tăierea termică și prelucrarea prin așchiere. În cazul prelucrării termice va exista un strat subțire de oxid sau nitrura, până la aproximativ 0,2 mm (0,0079"). Aceste straturi se îndepărtează înainte de sudare, de regulă prin polizare.

APORTUL DE CĂLDURĂ

Majoritatea procedurilor de sudare sunt executate în c.c. sau c.a. La sudarea cu c.c. sau c.a., aportul de căldură se calculează conform formulei de mai jos.

$$Q = \frac{k \cdot U \cdot I \cdot 60}{v \cdot 1000} \quad \begin{matrix} \text{kJ/mm} \\ (\text{kJ/inch}) \end{matrix}$$

Q = aportul de căldură kJ/mm (kJ/inch)

k = eficiența arcului (fără unitate)

U = tensiunea [V]

I = intensitatea [A]

Aportul de căldură la sudarea cu arc electric pulsat poate fi v = viteza de înaintare mm/min (inch/min) determinat printr-una dintre cele două formule de mai jos: L = lungimea unei suduri [mm sau inch]

$$Q = \frac{k \cdot IE}{L \cdot 1000} \quad \begin{matrix} \text{kJ/mm} \\ (\text{kJ/inch}) \end{matrix}$$

IE = energia instantanee [J]

IP = puterea instantanee [W]

sau

$$Q = \frac{k \cdot IP \cdot 60}{v \cdot 1000} \quad \begin{matrix} \text{kJ/mm} \\ (\text{kJ/inch}) \end{matrix}$$

Procese de sudare diferite au eficiență termică diferită. În tabelul 1 sunt prezentate valorile aproximative pentru diverse metode de sudură.

Factorii de eficiență termică pentru diverse metode de sudare

METODA DE SUDARE	EFICIENȚA TERMICĂ (K)
MAG/ GMAW	0,8
MMA/ SMAW	0,8
SAW	1,0
TIG/ GTAW	0,6

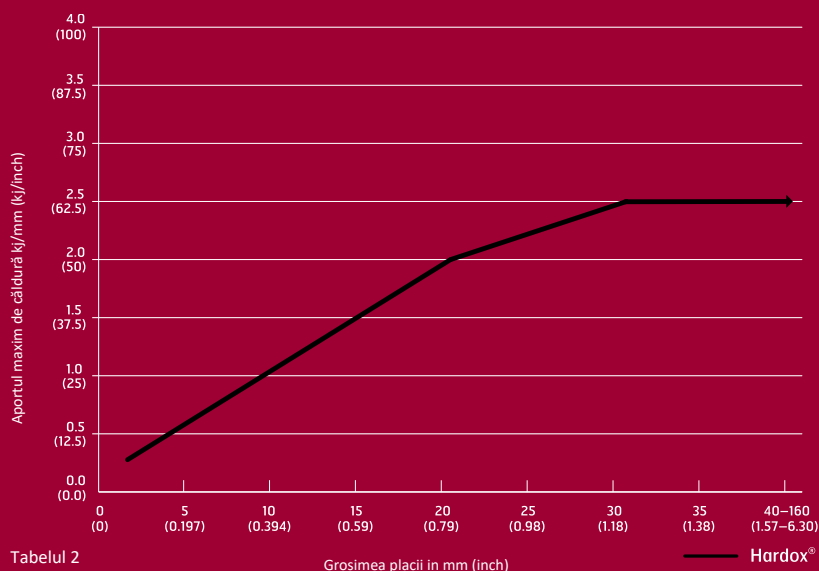
Tabelul 1

Aportul de căldură excesiv mărește lățimea zonei de afectare termică (HAZ), care, la rândul său, afectează proprietățile mecanice și rezistența la uzură a HAZ. Sudarea cu un aport redus de căldură oferă avantaje ca:

- ▶ Rezistență la uzură crescută a zonei de afectare termică (HAZ)
- ▶ Deformare redusă (zonele de imbinare prin sudură cu o singură trecere)
- ▶ Rezistență crescută a imbinării
- ▶ Durabilitate crescută a imbinării

Un aport de căldură foarte scăzut poate însă afecta negativ rezistența la impact ($t_{8/5}$ * valori sub 3 secunde). În tabelul 2 este indicat aportul de căldură maxim recomandat (Q) pentru Hardox®.

Recomandări privind aportul maxim de căldură pentru toate tipurile de oțeluri Hardox®



Tabelul 2

* Vezi definiția la pagina 16

PREVENIREA FISURĂRII PRODUSE DE HIDROGEN

Datorită echivalentului relativ scăzut în carbon, toate gradele de Hardox® rezistă mai bine la fisurarea cauzată de hidrogen decât alte oțeluri rezistente la uzură.

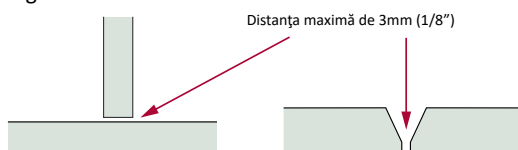
Pentru a reduce la minimum riscul fisurării cauzate de hidrogen urmați recomandările de mai jos:

- ▶ Preîncălziți zona de sudare la temperatura minimă recomandată.
- ▶ Măsurați temperatura de preîncălzire conform recomandărilor de preîncălzire de la pagina 10.
- ▶ Utilizați procese și consumabile care asigură un conținut maxim de hidrogen de 5 ml / 100 g metal de bază.
- ▶ Feriți rostul de contaminarea cu impurități ca rugina, grăsimea, uleiul sau gheața.
- ▶ Folosiți numai consumabilele din clasele recomandate de SSAB. (Mai multe informații despre consumabile pentru sudare pot fi găsite la pagina 18.)
- ▶ Urmăți o ordine de sudare corectă, pentru a reduce la minimum tensiunile reziduale.
- ▶ Dacă este posibil, procedurile de start și stop trebuie să fie la cel puțin 50 - 100 mm (2" - 4") de la colț, pentru a se preveni tensiunile excesive în aceste zone; vezi figura 1.
- ▶ Evitați rosturile de peste 3 mm (1/8"); vezi figura 2.
- ▶ Dimensiunea rostului nu trebuie să depășească 3 mm (1/8"); vezi figura 2.

Figura 1



Figura 2





TEMPERATURILE DE PREÎNCĂLZIRE ȘI DE TRANZIȚIE

MINIME

Este esențial să respectați temperatura de preîncălzire minimă recomandată și procedura de atingere și măsurare a temperaturii în și în jurul zonei de imbinare, pentru a preveni fisurarea cauzată de hidrogen.

Influența elementelor de aliere asupra selectării temperaturilor de preîncălzire și de tranziție

O combinație unică a elementelor de aliere optimizează proprietățile mecanice ale plăcii de uzură Hardox®. Această combinație determină temperaturile de preîncălzire și de tranziție ale oțelurilor Hardox® la sudare și poate fi utilizată pentru a calcula echivalentul de carbon. Echivalentul de carbon se exprimă de obicei ca CEV sau CET, conform formulelor din partea dreaptă.

Elementele de aliere sunt specificate în certificatul de calitate al oțelului Hardox® și în aceste două formule sunt exprimate în procente din greutate. Un echivalent de carbon mai mare impune de regulă temperaturi de preîncălzire și tranziție mai ridicate. Echivalentul de carbon tipic pentru toate gradele Hardox® este garantat în fișele tehnice ale produselor SSAB, care pot fi găsite la www.hardox.com.

Cu toate acestea, dacă sunt respectate temperaturile minime de preîncălzire specificate în această broșură nu este necesară calcularea echivalentului de carbon.

$$CEV = C + \frac{Mn}{6} + \frac{[Mo+Cr+V]}{5} + \frac{[Ni+Cu]}{15} \quad [\%]$$

$$CET = C + \frac{[Mn + Mo]}{10} + \frac{[Cr+Cu]}{20} + \frac{Ni}{40} \quad [\%]$$



Temperaturile de preîncălzire și de tranziție pentru întreaga gamă Hardox® de oțeluri rezistente la abraziune

Temperaturile de preîncălzire minimă și de tranziție maximă recomandate pentru sudare se găsesc în tabelele 3, 4a și 4b. Dacă nu se specifică altfel, aceste valori sunt aplicabile la sudarea cu consumabile nealiat și slab aliat.

- ▶ Dacă sunt îmbinate prin sudare plăci* cu grosimi diferite, dar din același grad de oțel, placa cea mai groasă determină temperaturile de preîncălzire și de tranziție necesare; vezi figura 4.
- ▶ Dacă sunt îmbinate prin sudare grade de oțel diferite, placa* ce necesită temperatura de preîncălzire cea mai ridicată determină temperaturile de preîncălzire și de tranziție aplicabile.
- ▶ Tabelele 4a and 4b sunt valabile pentru un aport de căldură de 1,7 kJ/mm (43,2 kJ/inch) sau mai mare. În cazul în care se utilizează un aport de căldură de 1,0 – 1,69 kJ/mm (25,4 – 42,9 kJ/inch), recomandăm să creșteți temperatura cu 25°C (77°F) peste temperatura de preîncălzire recomandată.
- ▶ În cazul în care se utilizează un aport de căldură mai mic de 1,0 kJ/mm (25,4 kJ/inch), recomandăm să folosiți aplicația SSAB WeldCalc pentru a calcula temperatura de preîncălzire minimă recomandată.
- ▶ Dacă umiditatea ambiantă este crescută sau temperatura este sub 5°C (41°F), temperaturile de preîncălzire minime recomandate în tabelele 4a și 4b trebuie mărite cu 25°C (77°F).
- ▶ La plăcile mai groase de 25 mm (0,984") și geometrii ale rosturilor la care trecerea de inițială este aproape de linia mediană a plăcii, cum sunt sudurile cap la cap în V dublu, recomandăm să îndepărtați trecerea de rădăcină cu aproximativ 5 mm (0,197") de linia mediană a plăcii.

* Placă, foaie de tablă, bară rotundă și tub.

Temperaturile de tranziție/preîncălzire maxime recomandate

Hardox® HiTemp**	300°C (572°F)
Hardox® HiTuf**	300°C (572°F)
Hardox® HiAce	225°C (437°F)
Hardox® 400/400 tub și bară rotundă	225°C (437°F)
Hardox® 450	225°C (437°F)
Hardox® 500/500 tub	225°C (437°F)
Hardox® 500 Tuf	225°C (437°F)
Hardox® 550	225°C (437°F)
Hardox® 600	225°C (437°F)
Hardox® Extreme	100°C (212°F)

Tabelul 3

** În anumite cazuri se pot utiliza temperaturi de tranziție de până la aprox. 400°C (752°F) pentru oțelurile Hardox® HiTemp și Hardox® HiTuf. În astfel de cazuri utilizați WeldCalc™.

Temperatura de tranziție din tabelul 3 este temperatura maximă recomandată în imbinarea sudată (deasupra metalului de bază) sau imediat lângă imbinarea sudată (poziția de start), imediat înainte de a începe trecerea următoare.

Temperatura de preîncălzire minimă și temperatura de tranziție maximă recomandate în tabelele 3, 4a și 4b nu sunt influențate la un aport de căldură mai mare de 1,7 kJ/mm (43,2 kJ/inch). Aceste informații se bazează pe condiția ca imbinarea sudată să fie lăsată să se răcească la aer, la temperatura ambiantă.

Aceste recomandări sunt valabile și pentru sudura de prindere și trecerile de rădăcină. În general, fiecare dintre sudurile de prindere trebuie să aibă o lungime de cel puțin 50 mm (2"). La imbinarea unor plăci cu grosimea de până la 8 mm (0.31") pot fi utilizate suduri de prindere mai scurte. Distanța dintre sudurile de prindere poate varia după cum este necesar.

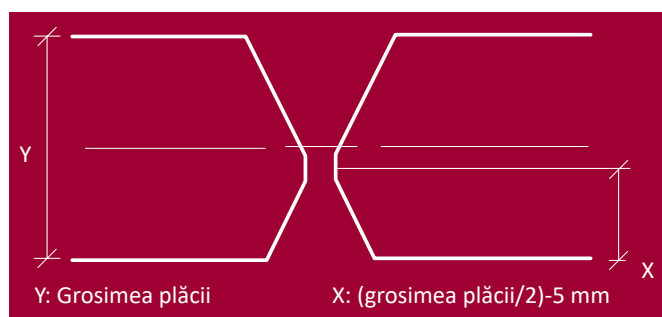


Figura 3

TEMPERATURI DE PREÎNCĂLZIRE RECOMANDATE

Grosimea plăcii unice (diametru) este pe axa x. Temperaturile de preîncălzire și tranziție minime recomandate sunt specificate pentru diverse grosimi ale plăcii. Fiecare nivel de creștere a temperaturii începe la 0,1 mm (0,004") peste grosimea indicată în grafice.

Tabelul 4a

în mm	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	120	130	160
Hardox® HiTemp			100°C		125°C								
Hardox® HiAce			125°C	150°C	175°C			200°C			100 mm		
Hardox® HiTuf						100°C					125°C		
Hardox® 400 ¹				75°C		100°C		175°C			200°C		
Hardox® 400 bare rotunde (diametru)				75°C				175°C		200°C	100 mm		
Hardox® 450				125°C				150°C					
Hardox® 500 ²				175°C			200°C				103 mm		
Hardox® 500 Tuf			75°C	125°C	150°C								
Hardox® 550	125°C		175°C		200°C								
Hardox® 600	150°C		175°C										
Hardox® 600 Consumabile din oțel inoxidabil				100°C									
Hardox® Extreme Consumabile din oțel inoxidabil			100°C										

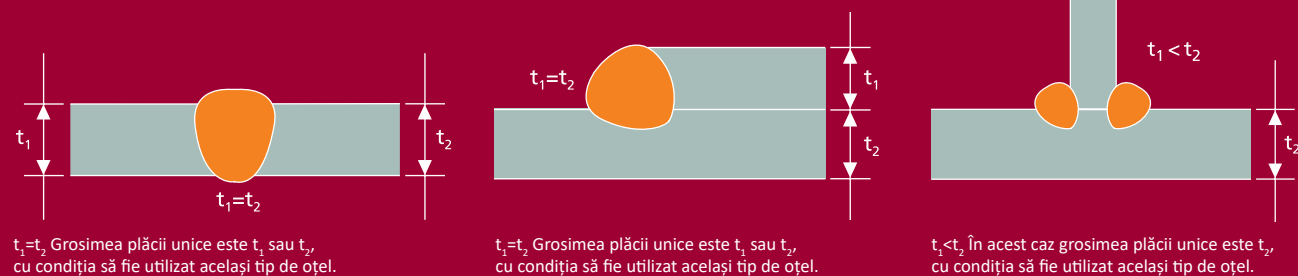
Temperatura încăperii (aprox. 20°C)
 În afara intervalului dimensional
 Numai consumabile din oțel inoxidabil
 Temperaturi de preîncălzire și de tranziție de cel puțin 100°C

¹ Temperatura de preîncălzire pentru Hardox® 400 este valabilă și pentru Hardox® 400 tuburi, disponibile în grosimi de 3 - 6 mm (0,118" - 0,236").

² Temperatura de preîncălzire pentru Hardox® 500 este valabilă și pentru Hardox® 500 tuburi, disponibile în grosimi de 3 - 6 mm (0,118" - 0,236").

Reprezentare schematică a „grosimii plăcii unice (diametru)”

Figura 4





OBȚINEREA ȘI MĂSURAREA TEMPERATURII DE PREÎNCĂLZIRE

Temperatura de preîncălzire necesară poate fi obținută în mai multe moduri. Deseori cele mai bune sunt elementele de preîncălzire electrice (figura 5) amplasate în jurul îmbinării pregătite, deoarece se poate obține o încălzire uniformă a zonei. Temperatura trebuie monitorizată, de exemplu, cu ajutorul unui termometru de contact.

Figura 5: Exemplu de perne de încălzire electrice

Operația de preîncălzire recomandată

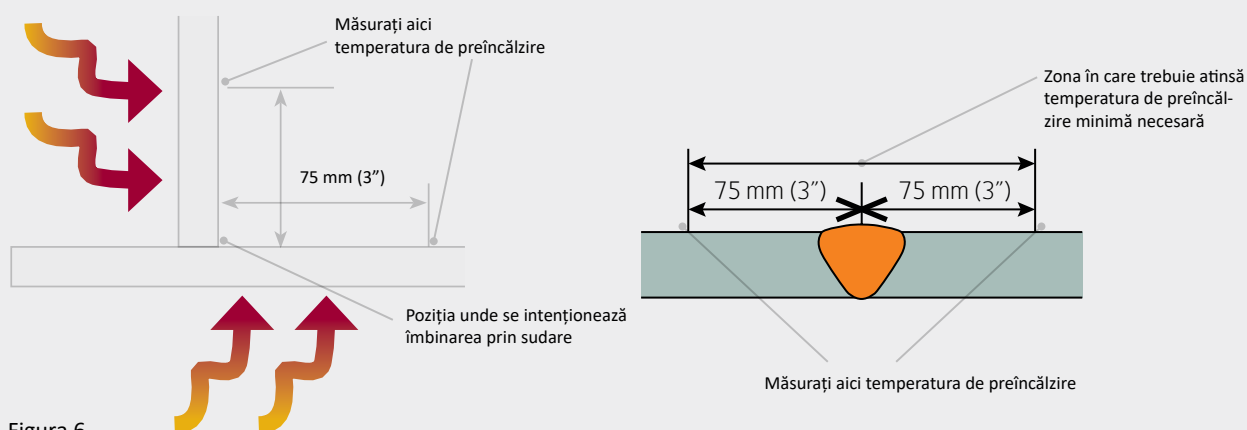


Figura 6

Înainte de a măsura temperatura de preîncălzire trebuie respectat un timp de așteptare minim de 2 min/25 mm (2 min/1 inch) de grosime. Temperatura de preîncălzire minimă trebuie obținută pe o zonă de 75 + 75 mm (3" + 3") în jurul îmbinării care se dorește a se suda; vezi de mai sus.

Temperatura de tranziție poate fi măsurată și în metalul sudat sau în metalul de bază imediat adiacent.

ÎNCĂRCAREA CU METAL DUR

Dacă sudura este într-o zonă în care se prevede o uzură ridicată, poate fi utilizată sudarea cu metal dur, cu consumabile speciale, pentru a mări rezistența la uzură a metalului de bază. Trebuie respectate instrucțiunile pentru atât îmbinare, cât și cele pentru încărcarea cu metal a oțelurilor Hardox®.

Anumite consumabile pentru încărcarea cu metal dur necesită o temperatură de preîncălzire foarte ridicată, care poate să depășească temperatura de tranziție maximă recomandată pentru oțelurile Hardox®.

Este demn de reținut faptul că utilizarea unei temperaturi de preîncălzire peste temperatura de tranziție maximă recomandată pentru oțelurile Hardox® poate reduce duritatea plăcii de bază și afecta rezistența la uzură a zonei preîncălzite.

Temperaturile de preîncălzire minime și maxime sunt aceleașica în cazul tipurilor de sudură convenționale; vezi tabelele 4a și 4b. Pentru definirea grosimii plăcii unice la încărcarea cu metale dure vezi figura 7.

Este util să sudați un strat intermediar cu o duritate mare între stratul de sudură sau placă și stratul de încărcare cu metal dur. Consumabilele selectate pentru stratul intermediar trebuie să respecte recomandările de sudare pentru placa de uzură Hardox®. Pentru stratul intermediar este preferabil să fie utilizate consumabile din oțel inoxidabil conform AWS 307 și AWS 309; vezi figura 8.

Figura 7: Definiția grosimii plăcii unice

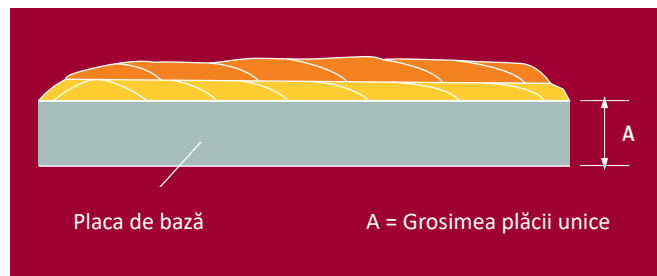
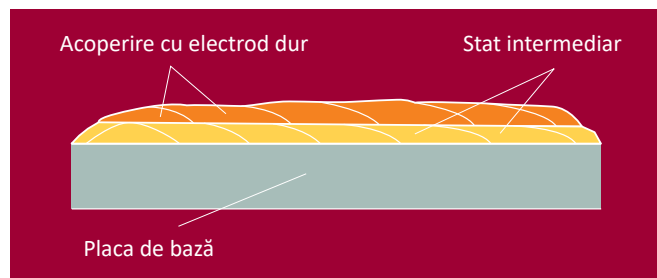


Figura 8: Exemplu de ordine de sudare cu utilizarea consumabilelor pentru stratul intermediar și încărcarea cu metal dur



RECOMANDĂRI PENTRU REDUCEREA DEFORMĂRII

Deformarea în timpul și după efectuarea sudurii este în funcție de grosimea plăcii de bază și procedeul de sudare. Pentru a reduce la minimum deformarea la grosimi reduse urmați recomandările de mai jos:

- ▶ Sudați cu un aport de căldură cât mai mic posibil (sudură într-o singură trecere).
- ▶ Reduceți la minimum secțiunea, vezi figura 9.
- ▶ Utilizați suduri simetrice; vezi figura 10.
- ▶ Îndoțiți în prealabil, fixați sau aduceți piesele la unghi înainte de a le suda, pentru a compensa deformarea; vezi exemplul din figura 11.
- ▶ Evitați rosturile cu distanțe neregulate.
- ▶ Reduceți la minimum întăriturile și optimizați grosimea cusăturilor în colț.
- ▶ Reduceți spațiul dintre sudurile de prindere.
- ▶ Utilizați o tehnică de sudare în pas de pelerin sau în salturi. La sudarea în pas de pelerin trecerile se fac în sens opus avansării generale. La sudarea în salturi trecerile nu trebuie să fie în sens invers avansării generale; vezi figura 12.
- ▶ Sudați dinspre zonele rigide înspre capetele libere; vezi figura 13.

Figura 9: Secțiunea sudurii și influența asupra deviației unghiulare.

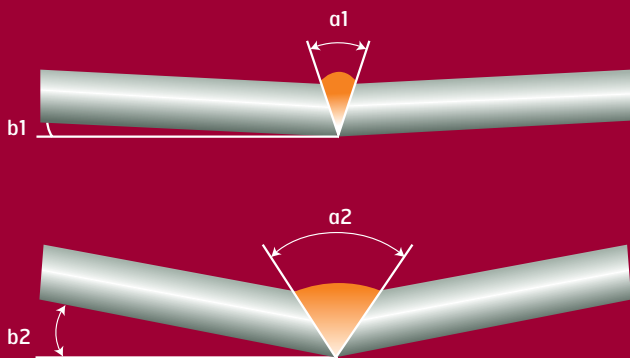


Figura 10



Figura 11: Pregătirea unei cusături în colț și a cusăturii cap la cap în V.

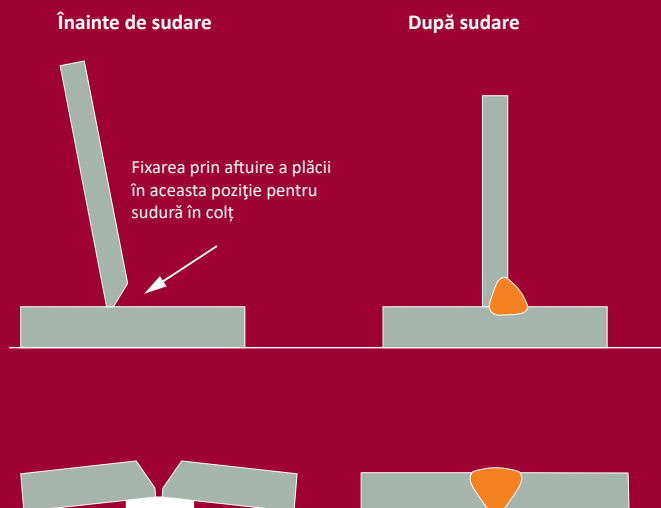


Figura 12: Utilizați o ordine de sudare simetrică.

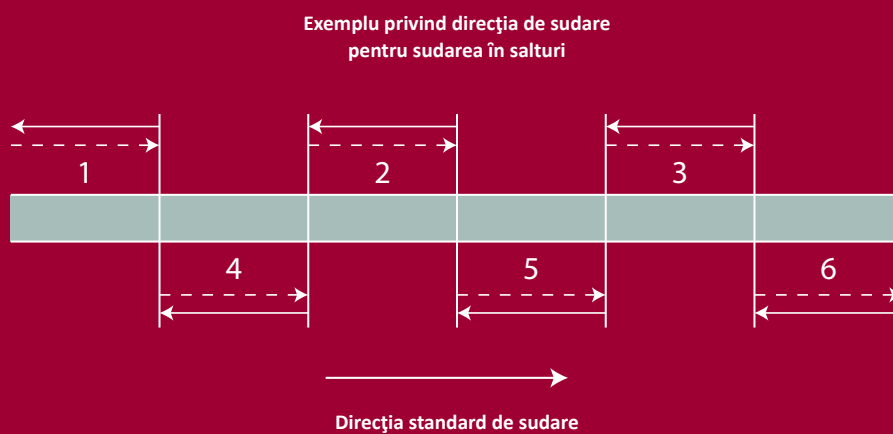
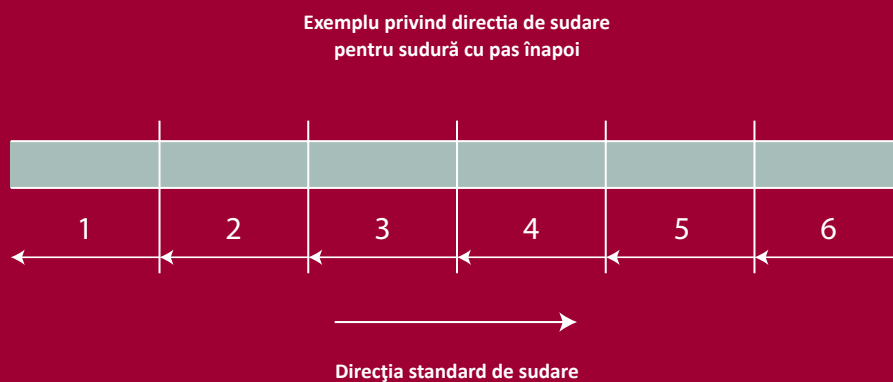
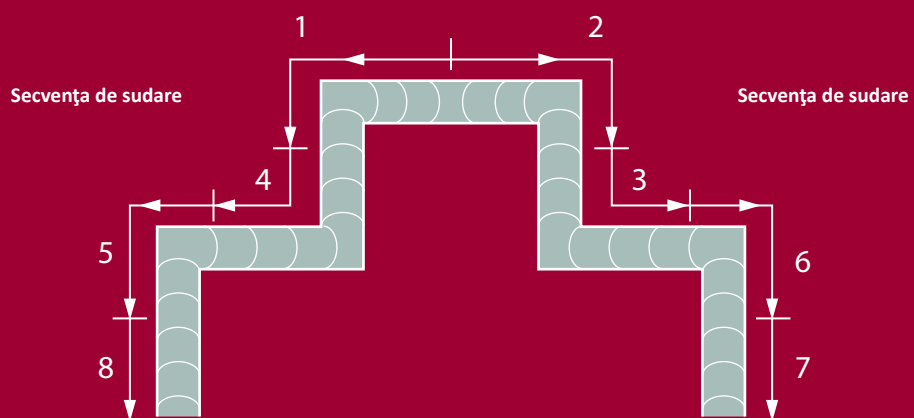


Figura 13

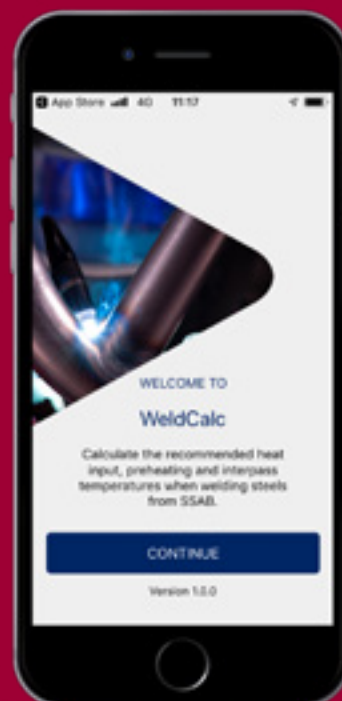


TIMPUL DE RĂCIRE $t_{8/5}$

Timpul de răcire ($t_{8/5}$) reprezintă timpul necesar pentru ca sudura să se răcească de la 800° la 500°C (1472°F la 932°F) și oferă o bună imagine asupra efectului termic la sudare.

Timpii de răcire recomandați sunt menționați deseori la oțelurile structurale pentru a optimiza procesul de sudare când există anumite cerințe, cum este, de exemplu, o rezistență minimă la impact.

Timpii de răcire maximi recomandați pentru diferite grade Hardox® pot fi găsiți în aplicația de la SSAB WeldCalc.



WeldCalc™ vă oferă recomandări pentru sudarea optimizată, care pot fi accesate rapid

Aplicația de la SSAB WeldCalc vă furnizează informații despre reglajele corecte ale aparatului de sudură, inclusiv recomandări privind aportul de căldură, temperaturile de preîncălzire, intensitatea curentului, tensiunea și viteza de înaintare. Descărcați aplicația WeldCalc App sau versiunea pentru desktop de la ssab.com/support/calculators-and-tools sau scanați codurile QR de mai jos pentru aplicațiile iOS și Android:



App store



Google play

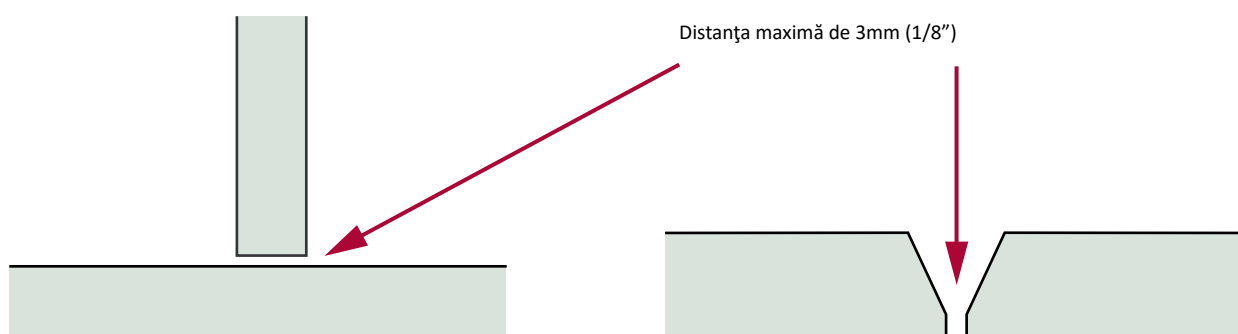
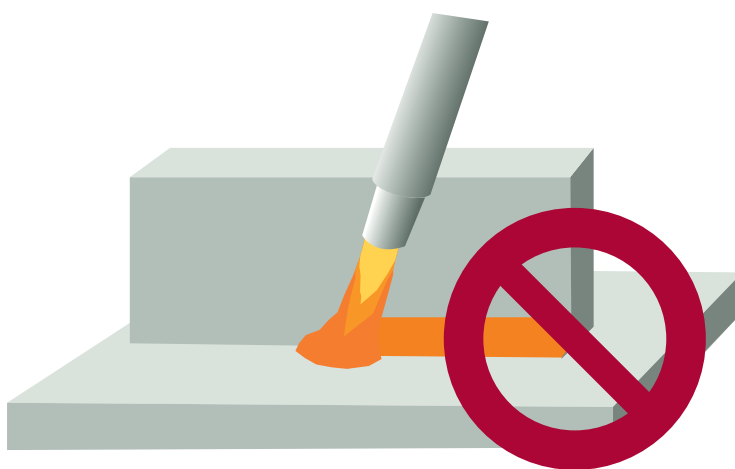
ORDINEA DE SUDARE ȘI DIMENSIUNEA ROSTULUI

Înainte de sudarea de prindere este important să fie menținut un rost între plăcile de bază de până la 3 mm ($1/8''$); vezi figura 14. Urmăriți să obțineți un rost cât mai uniform posibil de-a lungul îmbinării.

De asemenea, evitați începerea și terminarea sudurii în zonele puternic solicate.

Dacă este posibil, procedurile de start și stop trebuie să fie la cel puțin 50 - 100 mm ($2'' - 4''$) de la colț; vezi figura 14. La sudarea la marginea plăcilor este util un profil terminal.

Figura 14: Evitați începerea și terminarea sudurii în zonele puternic solicate, cum sunt colțurile. Dimensiunea rostului nu trebuie să depășească 3 mm ($1/8''$).



CONSUMABILE PENTRU SUDARE

Duritatea consumabilelor de sudare nealiat și slab aliat

În general, pentru oțelurile Hardox® sunt recomandate consumabile nealiat și slab aliat, cu o rezistență la tracțiune maximă de 500 MPa (72 ksi). Consumabilele cu o rezistență mai mare la curgere (Re max. 900 MPa/130 ksi) pot fi utilizate pentru Hardox® 400 și 450 în intervalul de grosimi de 0,7- 6,0 mm (0,028" -0,236").

Consumabilele slab aliat duc la o duritate mai mare a metalului de bază și o posibilă diminuare a rezistenței la uzură. Dacă proprietățile de uzură ale metalului de bază sunt esențiale, capul îmbinării trebuie sudat cu consumabilele utilizate la încărcarea prin sudare cu metal dur; vezi capitolul „Încărcarea prin sudare cu metal dur” de la pagina 13.

În plus, consumabilele recomandate pentru oțelurile Hardox® și denumirile acestora conform clasificărilor AWS și EN pot fi găsite în tabelul 5.

Cerințe privind conținutul de hidrogen al consumabilelor de sudare nealiat și slab aliat

Conținutul de hidrogen trebuie să fie mai mic sau egal cu 5 ml de hidrogen pe 100 g de metal de bază, când se sudează cu consumabile nealiat sau slab aliat.

Sârma masivă utilizată la sudarea MAG/ GMA și TIG/ GTA poate produce un conținut de hidrogen atât de scăzut în metalul de bază. Conținutul de hidrogen pentru alte tipuri de consumabile trebuie obținut de la producătorii respectivi. SSAB oferă exemple de consumabile adecvate în TechSupport Nr. 60, disponibil în pagina noastră acasă: ssab.com.

Când consumabilele sunt depozitate conform recomandărilor producătorului, conținutul de hidrogen va fi menținut în limitele cerințelor de mai jos. Acest lucru este valabil pentru toate consumabilele învelite și cu flux.

Tabelul 5: Consumabile recomandate pentru oțelurile din gama de produse a plăcilor de uzură Hardox®

METODA DE SUDARE	CLASIFICARE AWS	CLASIFICARE EN
MAG/ GMAW, sârmă masivă	AWS A5.28 ER70X-X	EN ISO 14341-A- G 42x
	AWS A5.28 ER80X-X	EN ISO 14341-A- G 46x
MAG/ MCAW, sârmă cu miez metalic	AWS A5.28 E7XC-X	EN ISO 17632-A- T 42xH5
	AWS A5.28 E8XC-X	EN ISO 17632-A- T 46xH5
MAG/ FCAW, sârmă cu flux	AWS A5.29 E7XT-X	EN ISO 17632 -A- T 42xH5
	AWS A5.29 E8XT-X	EN ISO 17632 -A- T 46xH5
MMA (SMAW, electrod drept)	AWS A5.5 E70X	EN ISO 2560-A- E 42xH5
	AWS A5.5 E80X	EN ISO 2560-A- E 46xH5
SAW	AWS A5.23 F49X	EN ISO 14171-A- S 42x
	AWS A5.23 F55X	EN ISO 14171-A- S 46x
TIG/ GTAW	AWS A5.18 ER70X	EN ISO 636-A- W 42x
	AWS A5.28 ER80X	EN ISO 636-A- W 46x

Observație: X reprezintă unul sau mai multe caractere.



CONSUMABILE PENTRU SUDARE DIN OȚEL INOXIDABIL

Consumabilele din oțeluri inoxidabile austenitice pot fi utilizate la sudarea tuturor produselor Hardox®, ca în tabelul 6. Acestea permit sudarea la o temperatură ambiantă de 5 – 20°C (41 – 68 °F) fără preîncălzire, cu excepția oțelurilor Hardox® 600 și Hardox® Extreme.

SSAB recomandă ca primă opțiune consumabilele conform AWS 307, iar ca o a doua opțiune pe cele conform AWS 309. Aceste tipuri de consumabile au o limită de curgere de până la aproximativ 500 MPa (72 ksi) în întreg metalul de bază.

Tipul AWS 307 poate rezista la fisurarea la cald mai bine decât

AWS 309. Producătorii rareori specifică conținutul în hidrogen al consumabilelor din oțel inoxidabil, deoarece hidrogenul nu influențează performanțele la fel de mult ca în cazul consumabilelor nealiat sau slab aliate. SSAB nu impune restricții în ceea ce privește conținutul maxim de hidrogen la acest tip de consumabile. Exemple de consumabile din oțel inoxidabil adecvate pot fi găsite în TechSupport Nr. 60, disponibil la ssab.com.

Tabelul 6: Consumabile din oțel inoxidabil recomandate pentru oțelurile din gama de produse a plăcilor de uzură Hardox®

METODA DE SUDARE	CLASIFICARE AWS	CLASIFICARE EN
MAG/ GMAW, sârmă masivă	Recomandat: AWS A5.9: ER307 Adecvat: AWS A5.9: ER309	Recomandat: EN ISO 14343-A: B 18 8 Mn/ EN ISO 14343-B: SS307 Adecvat: EN ISO 14343-A: B 23 12 X/ EN ISO 14343-B: SS309X
MAG/ MCAW, sârmă cu miez metalic	Recomandat: AWS A5.9: EC307 Adecvat: AWS A5.9: EC309	Recomandat: EN ISO 17633-A: T 18 8 Mn/ EN ISO 17633-B: TS307 Adecvat: EN ISO 17633-A: T 23 12 X/ EN ISO 17633-B: TS309X
MAG/ FCAW, sârmă cu inimă de flux	Recomandat: AWS A5.22: E307T-X Adecvat: AWS A5.22: E309T-X	Recomandat: EN ISO 17633-A: T 18 8 Mn/ EN ISO 17633-B: TS307 Adecvat: EN ISO 17633-A: T 23 12 X/ EN ISO 17633-B: TS309X
MMA/ SMAW, electrod drept	Recomandat: AWS A5.4: E307-X Adecvat: AWS A5.4: E309-X	Recomandat: EN ISO 3581-A: 18 18 Mn/ EN ISO 3581-B: 307 Adecvat: EN ISO 3581-A: 22 12 X/ EN ISO 3581-B: 309X
SAW	Recomandat: AWS A5.9: ER307 Adecvat: AWS A5.9: ER309	Recomandat: EN ISO 14343-A: B 18 8 Mn/ EN ISO 14343-B: SS307 Adecvat: EN ISO 14343-A: S 23 12 X/ EN ISO 14343-B: SS309X
TIG/ GTAW	Recomandat: AWS A5.9: ER307 Adecvat: AWS A5.9: ER309	Recomandat: EN ISO 14343-A: W 18 8 Mn/ EN ISO 14343-B: SS307 Adecvat: EN ISO 14343-A: W 23 12 X/ EN ISO 14343-B: SS309X

Observație: X reprezintă unul sau mai multe caractere.

GAZUL PROTECTOR

Gazele protectoare pentru placa de uzură Hardox® sunt în general aceleași cu cele selectate în mod uzual pentru oțelurile nealiat și slab aliate.

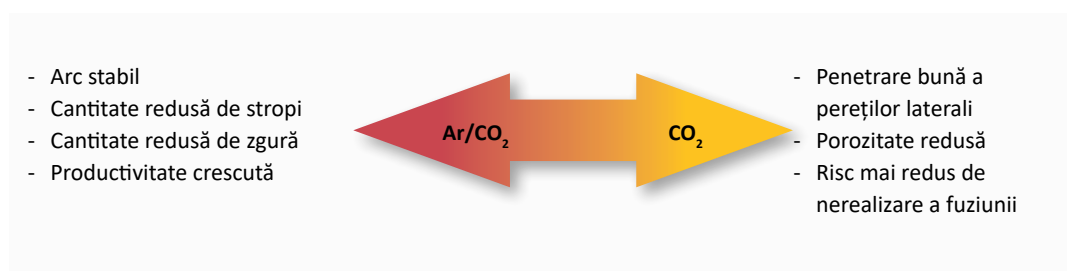
Gazele protectoare utilizate la sudarea MAG/GMA a oțelurilor Hardox® conțin de regulă un amestec de argon (Ar) și dioxid de carbon (CO₂). Uneori este utilizată o cantitate mică de oxigen (O₂) împreună cu Ar și CO₂ pentru a stabiliza arcul și a reduce stropii.

La sudarea manuală este recomandat un amestec de gaz de aproximativ 18 – 20% CO₂ în argon, deoarece aceasta facilitează penetrarea în material cu o cantitate stropi rezonabilă.

Dacă este utilizată sudarea automată sau robotizată, poate fi utilizat un gaz protector cu un conținut de 8 – 10% CO₂ în argon pentru a optimiza rezultatul sudării în ceea ce privește productivitatea și nivelul de stropire.

Efectele diverselor amestecuri de gaz protector pot fi constatate în figura 15. În tabelul 7 se găsesc recomandări pentru gazul protector la diverse metode de sudură. Amestecurile de gaze protectoare menționate în tabelul 7 sunt amestecuri generale, care pot fi utilizate atât la sudarea cu arc scurt, cât și la sudarea cu arc pulverizat.

Figura 15: Amestecurile de gaz protector și efectul lor asupra operației de sudare



Tabelul 7: Exemple de amestecuri de gaz protector și recomandări

METODA DE SUDARE	TIPUL ARCULUI	POZIȚIA	GAZUL PROTECTOR
MAG/ GMAW, sârmă masivă	Arc scurt	Toate pozițiile	18 – 25% CO ₂ în Ar
MAG/ MCAW, sârmă cu miez metalic	Arc scurt	Toate pozițiile	18 – 25% CO ₂ în Ar
MAG/ GMAW, sârmă masivă	Arc pulverizat	Poziție orizontală	15 – 20% CO ₂ în Ar
MAG/FCAW, sârmă tubulară cu flux	Arc pulverizat	Toate pozițiile	15 – 20% CO ₂ în Ar
MAG/MCAW sârmă cu miez metalic și FCAW sârmă tubulară cu flux de bază	Arc pulverizat	Poziție orizontală	15 – 20% CO ₂ în Ar
Sudură MAG/GMAW robotizată și automatizată	Arc pulverizat	Poziție orizontală	8 – 18 % CO ₂ în Ar
TIG/ GTAW		Toate pozițiile	100% Ar

La toate metodele de sudare pe bază de gaz protector, debitul de gaz protector depinde de situația de sudare. Ca regulă generală, debitul de gaz protector în l/min trebuie reglat la aceeași valoare cu diametrul interior a duzei de gaz în mm.

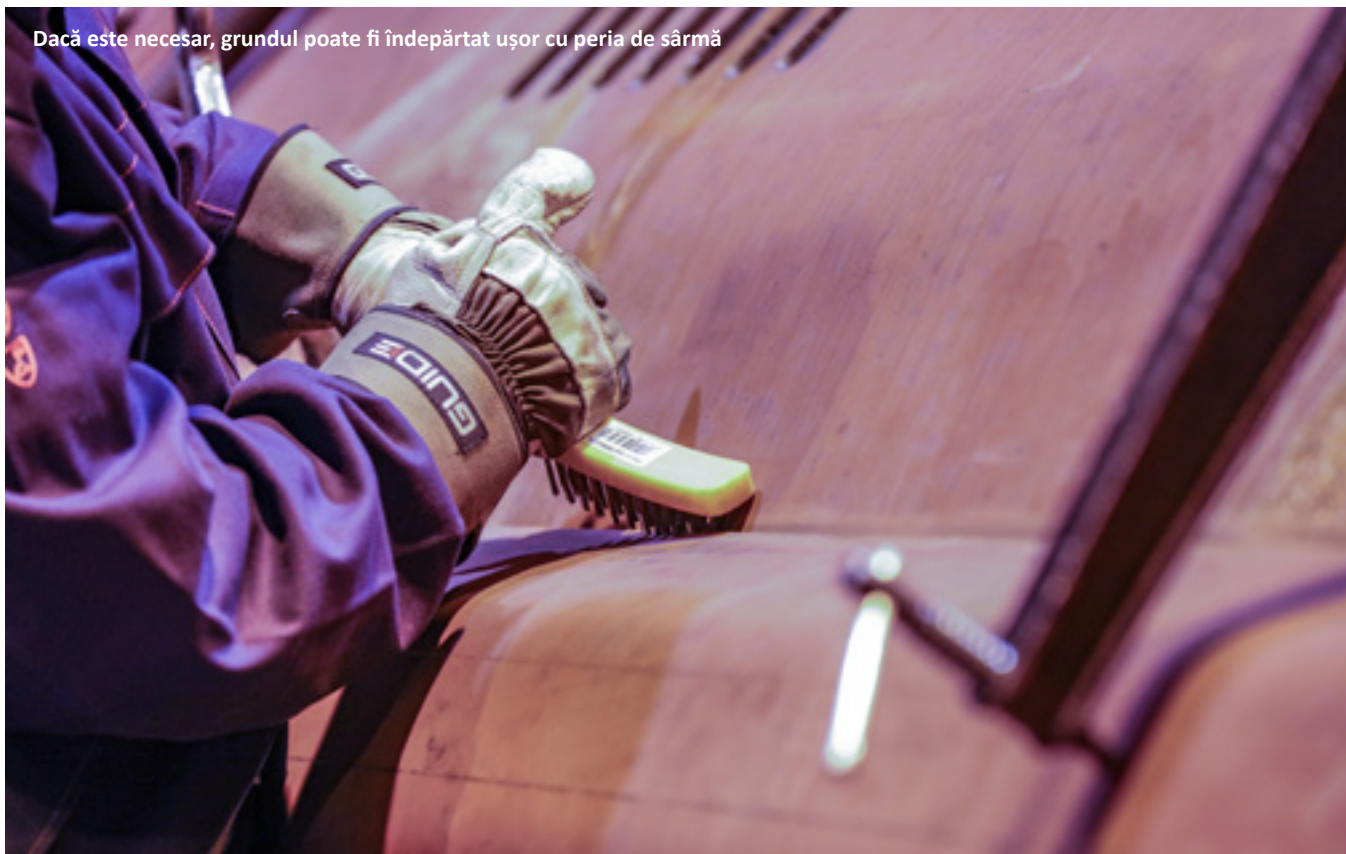
SUDAREA PE GRUND

Sudarea directă pe placa de uzură Hardox® este posibilă datorită conținutului său redus de zinc. Grundul din zona din jurul sudurii poate fi îndepărtat cu ușurință, cu peria de sârmă sau prin polizare; vezi imaginea de mai jos.

Îndepărtarea grundului înainte de sudare poate fi benefică, deoarece poate reduce porozitatea sudurii și facilita sudarea în afara poziției. În cazul în care grundul rămâne pe suprafața de sudare, porozitatea subsuprafeței și a suprafeței sudurii poate fi ușor mai mare. FCAW cu fondant bazic asigură porozitatea cea mai redusă.

Este importantă menținerea unei ventilații bune în spațiile de sudare, pentru a evita efectele dăunătoare pe care grundul le poate avea asupra sudorului și mediului.

Dacă este necesar, grundul poate fi îndepărtat ușor cu peria de sârmă



TRATAMENTUL TERMIC POSTSUDURĂ

Oțelurile Hardox® HiTuf și Hardox® HiTemp pot fi detensionate printr-un tratament termic postsudură, deși acest lucru este rareori necesar. Această metodă de detensionare nu trebuie utilizată la alte oțeluri Hardox®, deoarece le poate afecta proprietățile mecanice. Pentru mai multe informații consultați Manualul de sudare de la SSAB. Pentru a descărca o copie gratuită a Manualului de sudare SSAB accesați ssab.com/support/steel-handbooks.





NOUTĂȚI ÎN TEHNOLOGIA DE SUDARE

În stațiile de sudare SSAB de la centrele noastre R&D testăm în permanență tehnologii și utilaje avansate, pentru a vă furniza cele mai bune recomandări de sudare.

Prin tehnologia SAW cu rost îngust și unul sau doi conductori puteți suda plăci mai groase din placa de uzură Hardox®. Obțineți rezultate de înaltă calitate cu mai puțin consum de sârmă și pudră de flux, reducând totodată timpul de funcționare al utilajului, economisind curent și costuri de producție. Cu SAW ICE (electrod rece integrat) puteți utiliza o viteză de sudare mai mare, un aport de căldură mai scăzut și puteți obține o rată de încărcare mai mare decât prin metodele convenționale.

Indiferent de procesul care este optim pentru dumneavoastră, ne vom asigura că obțineți proprietăți mai bune ale materialelor sudate și o productivitate mai ridicată.

SSAB este un producător de oțel cu sedii în Țările Nordice și SUA. SSAB oferă produse și servicii cu valoare adăugată, rezultate dintr-o colaborare strânsă cu clienții, în scopul de a crea o lume mai puternică, mai puțin încărcată și mai sustenabilă. SSAB are angajați în peste 50 de țări. SSAB are unități de producție în Suedia, Finlanda și SUA. Firma SSAB este listată la Nasdaq Stockholm și Nasdaq Helsinki. www.ssab.com. Urmăriți-ne și în mediile de socializare: Facebook, Instagram, LinkedIn, Twitter și YouTube.

Explorați lumea tablelor de uzură Hardox®



SSAB
SE-613 80 Oxelösund
Suedia

T +46 155 25 40 00
F +46 155 25 40 73
contact@ssab.com

www.hardox.com

Hardox® este o marcă comercială deținută de grupul de firme SSAB. Toate drepturile rezervate. Informațiile cuprinse în această broșură au numai un caracter general. SSAB AB nu-și asumă răspunderea pentru adecvabilitatea sau aplicabilitatea în situații particulare. Utilizatorului îi revine răspunderea de a determina independent adecvabilitatea tuturor produselor și/sau a aplicațiilor, de a le testa și verifica în acest sens. Informațiile furnizate de SSAB AB prin prezenta sunt oferite fără nicio obligație, iar riscurile asociate cu posibile erori sau orice alte riscuri generate de aceste informații vor fi suportate de utilizator.

SSAB