



DOMEX®

Sudarea oțelurilor profilate la rece DOMEX MC

SSAB
SWEDISH STEEL



Domex® este numele de marcă al tablelor din oțel laminate la cald de la SSAB Tunnplåt.

Oțelurile de înaltă rezistență Domex MC sunt oțeluri slab aliate, profilate la rece, destinate industriei constructoare de mașini și celei de automobile.

Sudarea prin topire a oțelurilor Domex cu rezistență înaltă, a fost utilizată de mulți ani și nu diferă semnificativ de sudarea prin topire a oțelurilor moi. Pentru a culege beneficiile acestor oțeluri de înaltă rezistență, procesul de sudare trebuie controlat în mod corespunzător.

Această broșură descrie sudarea oțelurilor Domex MC profilate la rece și include recomandări privind operațiile pregătitoare și sudarea propriu-zisă. În plus sunt prezentate câteva rezultate ale testelor sudării prin topire a oțelurilor de înaltă rezistență profilate la rece.

CUPRINS

4	Sudarea oțelurilor profilate la rece Domex
6	Sudarea prin topire
8	Înaltă rezistență în sudură
9	Zonele moi
9	Înaltă duritate a îmbinărilor sudate
10	Pregătirea îmbinării
10	Etapele de sudare
11	Rezultatele testărilor
12	Metale de adaos
14	Recoacerea de detensionare
14	Sudarea electrică prin rezistență
15	Sudarea cu laser

Oțelurile profilate la rece Domex oriunde cerințele sunt stricte

Aceasta broșură tehnică tratează sudarea oțelurilor profilate la rece Domex sub forma unor benzi laminate la cald de la SSAB Tunnplåt.

Sudarea manuală cu arc și sudarea în mediu de gaz inert sunt cele mai cunoscute metode de îmbinare a pieselor din oțel. Deși sudarea este eficientă, ea necesită proprietăți consistente ale oțelului care se sudează.

Utilizând oțelurile profilate la rece Domex, clienții SSAB Tunnplåt pot fabrica produsele proprii mai eficient și cu o calitate constant înaltă.

Producție optimizată

Combinăția dintre oțelul profilat la rece Domex, metodele adecvate de sudare și metalele de adaos corespunzătoare asigură optimizarea producției. Conținutul scăzut de sulf și conținutul echivalent scăzut de carbon fac oțelul Domex insensibil la fisurarea la cald și la rece. Aceasta se aplică și oțelurilor de înaltă rezistență profilate la rece, iar preîncălzirea

piesei de prelucrat nu este necesară practic niciodată.

Datorită conținutului scăzut de elemente de aliere în oțelurile Domex, pot fi folosite toate metodele obișnuite de sudare și toate metalele obișnuite de adaos

Beneficii clare

Utilizarea oțelurilor de înaltă rezistență oferă în mod uzual beneficii clare. De exemplu prin înlocuirea unui oțel standard de 12 mm grosime cu un oțel Domex® cu grosime de 8 mm, volumul metalului sudat va fi redus, iar numărul straturilor de sudură va fi și el mai mic. Beneficiile sunt:

- Costuri materiale scăzute
- Timp mai scurt de sudare
- Pregătire simplificată a îmbinării.

Pentru informații suplimentare despre oțelurile profilate la rece Domex, consultați reprezentanța dumneavoastră SSAB Tunnplåt, care va putea să furnizeze și informații mai detaliate despre material.



Oțelurile cu compoziții sărace sunt mai ușor de sudat

Sudarea prin topire

Toate metodele de sudare prin topire obișnuite pot fi utilizate pentru a suda oțelurile profilate la rece Domex, inclusiv diferite tipuri de sudare cu arc în mediu de gaz inert (MAG și TIG), sudarea manuală cu arc (MMA), sudarea cu arc sub strat de flux (SAW), sudarea cu plasmă și sudarea cu laser. Întrucât oțelurile au un conținut foarte mic de elemente de aliere și cantități foarte mici de incluziuni (vezi tabelul 1 de pe pagina următoare), riscul existenței defectelor precum fisuri la cald în metalul sudat, fisuri la rece în zona afectată de căldură (HAZ) sau creștături lamelare în tabla adiacentă sudurii, cauzate de rezistența scăzută a foi de tablă în direcția perpendiculară, este extrem de mic. Aceste tipuri de defecte pot apărea uneori în timpul sudării prin topire a oțelurilor cu conținut înalt de elemente de aliere și incluziuni. Oțelurile profilate la rece au o sudabilitate atât de bună în principal datorită conținutului scăzut de carbon, sulf, fosfor și incluziuni. În cazul unei suduri de colț duble care produce tensiuni în direcția perpendiculară, trebuie menționat că atunci când sudorul este foarte aproape de o muchie supusă forfecării este important ca aici să nu existe defecte de formă ascuțită pe suprafața supusă forfecării. În caz contrar, fisurile se pot propaga de la aceste defecte, chiar dacă oțelul are o cantitate foarte mică de incluziuni. O alternativă a forfecării este tăierea termică care produce o suprafață mai netedă a muchiei

Fig. 1 - În clasele de oțeluri obișnuite, incluziunile de zgură au în mod normal o formă alungită, care poate conduce ușor la rupătură în interiorul foi când sarcina este aplicată perpendicular.

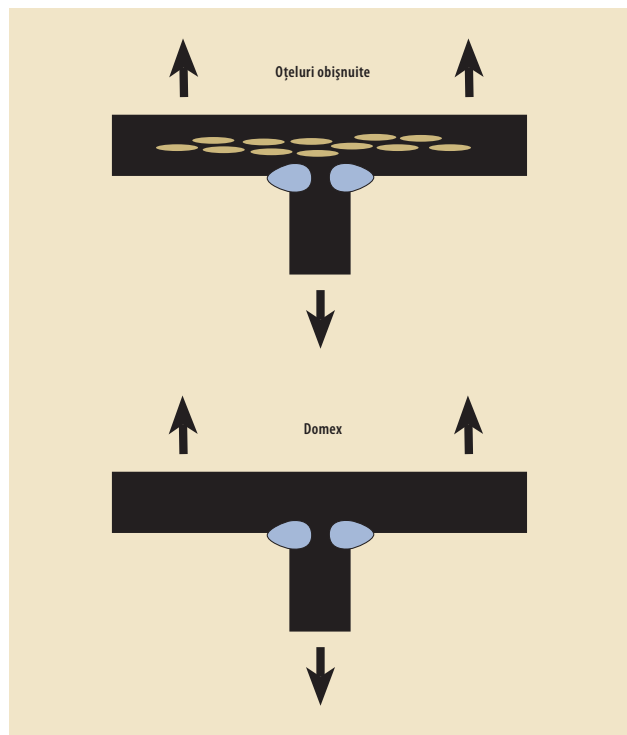


Fig. 2 - Datorită cantității limitate de incluziuni de zgură, rezistența Domex este mare, inclusiv pe direcție perpendiculară.

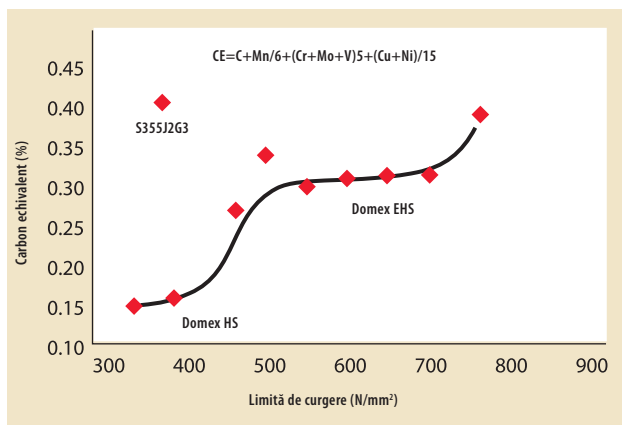
Insensibil la fisurarea la rece

Riscul de fisurare la rece, care este o formă de fisurare cauzată de fragilizarea dată de hidrogen și apare la temperaturi destul de mici (sub 200°C), este foarte scăzut în oțelurile profilate la rece. Aceasta se datorează faptului că microstructura formată în zona afectată de căldură (HAZ) este insensibilă la fisurarea la rece. Motivul pentru care aceste structuri periculoase nu apar este generat parțial de faptul că ritmul de răcire este în mod normal scăzut întrucât materialul este subțire, și parțial datorită compoziției atât de sărace a oțelului.

Formulele cu carbon echivalent sunt disponibile pentru oțelurile clasificate din punct de vedere al fisurării la rece. Cea mai comună formulă cu carbon echivalent este

$$CE = C + Mn/6 + (Cr + Mo + V)/5 + (Cu + Ni)/15$$

Fig. 3 - Valorile de carbon echivalent în funcție de limita tipică de curgere pentru oțelurile profilate la rece Domex (oțeluri HS și EHS) și S355J2G3, la o grosime de 6 mm.



Valorile CE (carbonechivalent) pentru oțelurile de înaltă rezistență (HS) și foarte înaltă rezistență (EHS) profilate la rece (6 mm grosime) sunt reprezentate grafic în fig. 3, în comparație cu limita tipică de curgere a diferitelor oțeluri. Oțelul obișnuit pentru structuri S355J2G23, denumit anterior St 52-3, a fost reprezentat ca referință. Aceasta ilustrează clar că oțelurile

profilate la rece au o compoziție foarte săracă în raport cu rezistența lor.

Fără preîncălzire

În mod normal, nu este necesară preîncălzirea înainte de sudare, iar preîncălzirea nu trebuie în mod normal folosită decât dacă este absolut esențială, întrucât duritatea și rezistența oțelurilor profilate la rece poate fi astfel afectată.



Înaltă rezistență în sudură

Este ușor să produceți prin sudură îmbinări de înaltă rezistență ale oțelurilor profilate la rece Domex, întrucât metalele de adaos de rezistență egală sunt disponibile pentru toate clasele de rezistență (vezi și tabelul 4 de la pagina 12 privitor la metalele de adaos). Aceleași cerințe de rezistență aplicabile materialului de bază se vor aplica apoi sudurii. Acestea se aplică și oțelurilor de foarte înaltă rezistență (EHS) care au cea mai înaltă rezistență dintre toate oțelurile din gama oțelurilor profilate la rece. În multe cazuri, metale de adaos de

rezistență inferioară pot fi de asemenea utilizate pentru sudarea oțelurilor EHS, de exemplu dacă sudura este într-o zonă cu eforturi scăzute.

Aceste metale de adaos sunt adesea mai puțin costisitoare, iar gama disponibilă este și ea mai mare. Există o regulă empirică ce stabilește că rezistența sudurii este aproximativ media dintre rezistența foi de oțel și rezistența metalului de adaos obținută din foile de date ale fabricantului metalului de adaos.

Pentru sudarea manuală cu arc pot fi folosiți atât electrozi cu rutil, cât și electrozii

de bază. Pentru clasa de oțeluri Domex 315 MC-Domex 420 MC electrozii cu rutil sunt recomandați pentru suduri scurte, dacă sunt cerute stropi mici și tranziție fină între metalul sudurii și materialul de bază. Electrozii de bază sunt recomandați în toate celelalte cazuri și dacă este cerută o înaltă duritate a sudurii și pentru sudarea de poziționare. Electrozii trebuie depozitați în așa fel încât să nu absoarbă umiditate. Impuritățile de pe suprafață cum ar fi rugina, vopseala și umezeala, trebuie îndepărtate înainte de începerea sudării. Bioxidul de carbon pur sau amestecul

Tab. 1 - Compoziția chimică a oțelurilor profilate la rece Domex

Compoziția chimică									
Clasa de oțel	C (%)	Si %	Mn %	P %	S %	Al (%)	Nb (%)	V (%)	Ti (%)
	max	max	max	max	max	min	max	max	max
Domex 315 MC	0.10	0.03	1.30	0.025	0.010	0.015	0.09	0.20	0.15
Domex 355 MC	0.10	0.03	1.50	0.025	0.010	0.015	0.09	0.20	0.15
Domex 420 MC	0.10	0.03	1.50	0.025	0.010	0.015	0.09	0.20	0.15
Domex 460 MC	0.10	0.10	1.50	0.025	0.010	0.015	0.09	0.20	0.15
Domex 500 MC	0.10	0.10	1.60	0.025	0.010	0.015	0.09	0.20	0.15
Domex 550 MC	0.12	0.10	1.80	0.025	0.010	0.015	0.09	0.20	0.15
Domex 600 MC	0.12	0.10	1.90	0.025	0.010	0.015	0.09	0.20	0.15
Domex 650 MC	0.12	0.10	2.00	0.025	0.010	0.015	0.09	0.20	0.15
Domex 700 MC	0.12	0.10	2.10	0.025	0.010	0.015	0.09	0.20	0.15

Unele grosimi din aceste calități de oțel sunt disponibile cu un conținut de Si de maxim 0.03% pt zincare la cald cu un strat subțire de zinc. Dacă materialul este destinat pentru a fi galvanizat prin imersiune și oțelul cu un conținut de Si de maxim 0.03% nu este disponibil, atunci oțelul trebuie să conțină silicon 0.02%. Dacă materialul este destinat pentru a fi galvanizat prin imersiune, aceasta trebuie menționată în comanda.

Tab. 2 - Proprietățile mecanice ale oțelurilor profilate la rece Domex

Proprietățile mecanice					Aplicație practică		
Clasa de oțel	Limita de curgere	Rezistența la întindere	Elongația min %		Raza de încovoiere recomandată ($\leq 90^\circ$) pentru grosimea nominală (t) în mm		
	R_{eH} (N/mm ²) min	R_m (N/mm ²) min	A_{30} t < 3	A_5 t ≥ 3	t ≤ 3	3 > t ≤ 6	t > 6
Domex 315 MC	315	390-510	20	24	0.2xt	0.3xt	0.4xt
Domex 355 MC	355	430-550	19	23	0.2xt	0.3xt	0.5xt
Domex 420 MC	420	480-620	16	20	0.4xt	0.5xt	0.8xt
Domex 460 MC	460	520-670	15	19	0.5xt	0.7xt	0.9xt
Domex 500 MC	500	550-700	14	18	0.6xt	0.8xt	1.0xt
Domex 550 MC	550	600-760	14	17	0.6xt	1.0xt	1.2xt
Domex 600 MC	600	650-820	13	16	0.7xt	1.1xt	1.4xt
Domex 650 MC	650 ¹⁾	700-880	12	14	0.8xt	1.2xt	1.5xt
Domex 700 MC	700 ¹⁾	750-950	10	12	0.8xt	1.2xt	1.6xt

¹⁾ Pentru grosimi > 8 mm, limita minimă de curgere poate fi cu 20 N/mm² mai mică

gazos (circa 80 % argon și 20 % bioxid de carbon) este utilizat pentru sudarea în mediu de gaz inert cu electrod fuzibil (MAG), iar argonul pur este folosit uzual la sudarea în mediu de gaz inert cu electrod fuzibil (TIG).

Zonele moi

Când oțelurile profilate la rece de cea mai înaltă rezistență - de la Domex 550 MC în sus - sunt sudate, în zona afectată de căldură se formează zone moi. Acestea apar ca urmare a schimbărilor în microstructură. Lățimea și duritatea zonelor sunt determinate de grosimea foii, temperatura de lucru și aportul de căldură.

($Q = U \times I/v$, unde U = tensiune, I = intensitate și v = viteza de trecere.) Aportul mare de căldură și foaia subțire de material au ca rezultat duritatea scăzută și o zonă mai lată. Oricum, s-a dovedit că aceste zone nu sunt semnificative dacă este utilizat un aport de căldură normal. Când o sarcină este aplicată transversal pe sudură, în zona moale va apărea un efort pe cele trei axe, care va preveni deformarea ulterioară. Așadar, cedarea nu va apărea în zona

moale, ci în materialul de bază sau în metalul sudurii, în funcție de faptul dacă metalul de adaos are o rezistență inferioară sau egală și dacă îngrosarea sudurii a fost îndepărtată sau nu.

Ca exemplu de aport de căldură, pentru o sudură cap la cap pentru Domex 700 MC de 8 mm grosime aportul de căldură care poate fi utilizat este de maxim 1,0 kJ/mm dacă îmbinării sudate i se aplică cerințele normale de rezistență la întindere. Cu acest aport de căldură, placa de 8 mm grosime poate fi sudată cu două straturi de sudură. Pentru sudurile de colț, care constituie cel mai uzual tip de suduri, poate fi utilizat un aport de căldură mai mare (aproximativ 30–40%).

Înaltă duritate a îmbinărilor sudate

Este important ca rezistența la impact a unei structuri sudate să fie suficient de înaltă astfel încât fracturarea prin fragilitate să nu apară.

Rezistența la impact a ambelor metale, de bază și de adaos, trebuie așadar să fie mare. În cazul oțelurilor profilate la rece Domex, proprietățile de rezistență

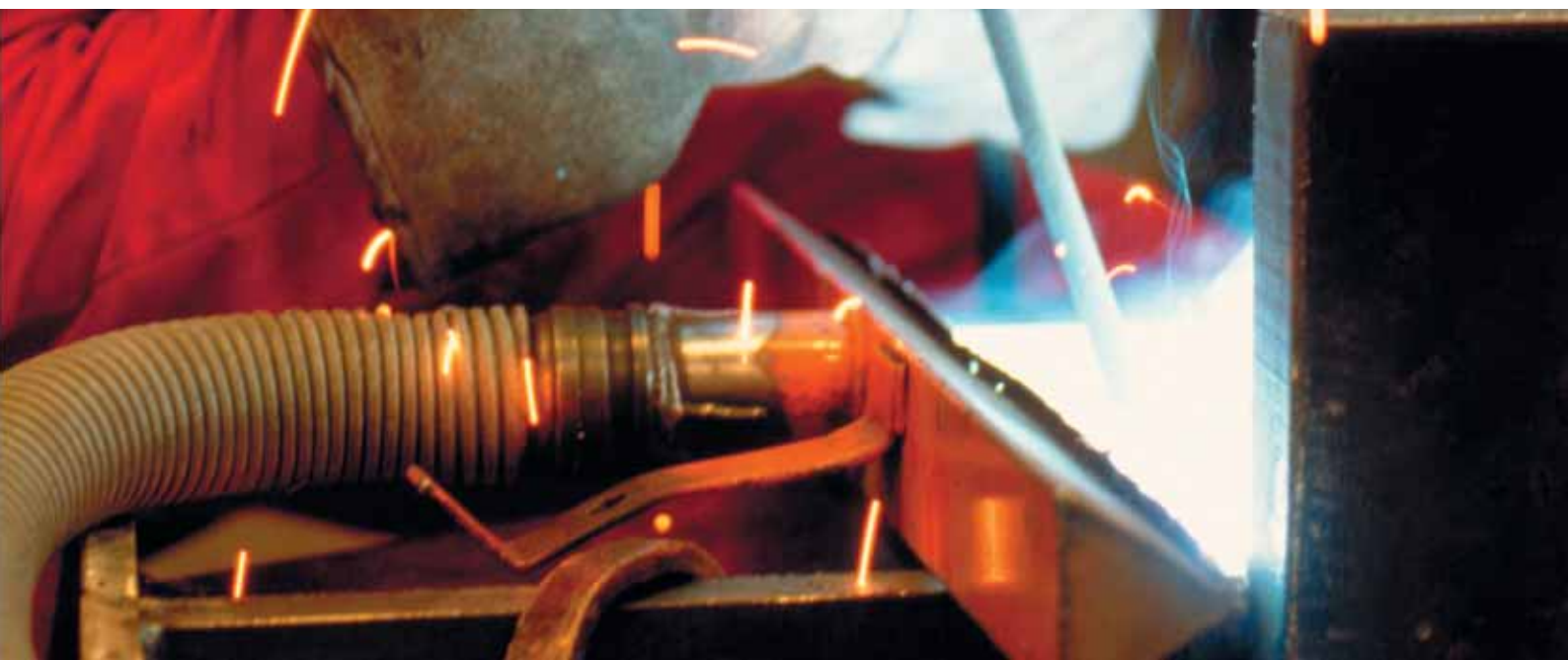
la impact garantate pentru materialul de bază pot fi îndeplinite și de îmbinarea sudată. Pentru a garanta că cerințele de rezistență la impact vor fi îndeplinite de metalul de adaos, este important să fie ales un metal de adaos care are o rezistență la impact suficient de bună. Totuși, experiența obținută la sudarea prin topire a oțelurilor profilate la rece arată faptul că rezistența la impact a metalului sudurii este adesea mult mai mare decât valorile specificate în cataloagele furnizorilor de metale de adaos.

Rezistența la impact în zona afectată de căldură (HAZ) este determinată de microstructura oțelului, care, la rândul ei, variază în funcție de compoziția oțelului, de grosimea plăcii, de temperatura de lucru și de aportul de căldură din timpul sudării.

Zona afectată de căldură (HAZ) este compusă din diferite zone, iar cea mai mică rezistență este în zona cu granulație mare din imediata apropiere a graniței de topire. Totuși, sudura poate îndeplini cerințele aplicabile materialului de bază, inclusiv zona afectată de căldură din oțelurile profilate la rece.

Pentru a permite oțelurilor de foarte înaltă rezistență (EHS) cu cea mai înaltă rezistență să îndeplinească cerințele de rezistență la impact în zona afectată de căldură (HAZ) la -20°C pentru o sudură cap la cap, aportul de căldură trebuie limitat. În cazul unei foi de 6 mm, aportul de căldură nu trebuie să depășească aproximativ 0,7 kJ/mm, iar valoarea corespundentă pentru materialul de 8 mm grosime este 0,75 kJ/mm. Cu aceste aporturi de căldură, plăcile de 6 și 8 mm grosime pot fi sudate cu trei straturi. Pentru sudurile de colț poate fi utilizat un aport de căldură mai mare.

În cazul oțelurilor profilate la rece Domex, proprietățile de rezistență la impact garantate pentru materialul de bază pot fi îndeplinite și de îmbinarea sudată. Este important să fie ales un metal de adaos care are o rezistență la impact suficient de bună.





Pregătirea îmbinării

Pregătirea îmbinării oțelurilor profilate la rece Domex poate fi făcută prin frezare, polizare sau tăiere termică precum tăierea cu gaz, laser sau plasmă. Pe foaie subțire (≤ 4 mm) și îmbinări pure I, forfecarea obișnuită poate fi folosită atunci când calitatea suprafeței de tăiere este bună. Conținutul scăzut de elemente de aliere din aceste oțeluri elimină necesitatea preîncălzirii înainte de tăierea termică. Cum am menționat anterior, riscul de fisurare la rece este foarte mic. Multe gaze diferite sau amestecuri gazoase pot fi utilizate în tăierea termică. Totuși, dacă pentru pregătirea îmbinării este folosită tăierea cu plasmă, trebuie luate câteva măsuri înainte de a utiliza aer sau azot ca gaz pentru formarea plamei. Aceasta deoarece absorbția azotului poate avea loc la nivelul suprafețelor de tăiere a oțelului, ceea ce poate crește porozitatea metalului sudurii în timpul sudării prin topire ulterioare. Această problemă poate fi evitată utilizând un gaz diferit pentru formarea plamei, sau prin polizarea a aproximativ 0,2 mm din suprafețele taiate înainte de sudare.

Etapele de sudare

Forțele la care este supusă o structură sudată constau din sarcinile externe aplicate și tensiunile interne cauzate de sudare (tensiuni reziduale de sudare). Tensiunile reziduale sunt în mod normal mari și sunt la același nivel cu efortul de curgere.

Adesea este importantă minimizarea tensiunilor reziduale de sudare și a deformărilor de sudare în structură. De aceea, înainte de a începe sudarea, trebuie elaborat un plan de sudare. Sunt aplicabile următoarele recomandări:

- Sudura trebuie să fie realizată dinspre piesele cel mai ferm reținute ale structurii către piesele mai puțin reținute.
- Evitați începerea sau finalizarea sudării în zone puternic tensionate.
- Dacă este posibil utilizați un metal de adaos care are o rezistență scăzută, dar care îndeplinește cerințele impuse îmbinării sudate.
- Construiți sudura simetric.
- Minimizați suprafața secțiunii transversale a sudurilor.

Rezultatele testelor mecanice ale îmbinărilor sudate

De-a lungul anilor, au fost efectuate multe studii în privința sudurii pe oțelurile profilate la rece. Au fost testate aporturi de căldură diferite și diferite metale de adaos (de rezistență egală, inferioară sau superioară). Toate îmbinările au fost radiografiate pentru a determina dacă sudura are o calitate satisfăcătoare. Testele la care au fost supuse îmbinările sudate au inclus rezistența, rezistența la

impact la diferite temperaturi (în diferite zone ale metalului sudurii și în zona afectată termic (HAZ), încovoiere și duritate.

Câteva exemple ale proprietăților mecanice (rezistența la întindere și rezistența la impact) obținute pe oțeluri profilate la rece sudate în mediu de gaz inert cu electrod fuzibil (MAG) (suduri cap la cap) sunt tabelate mai jos. Toate metalele de adaos utilizate în sudurile listate în tabelul

3 sunt de rezistență egală sau superioară. În toate cazurile a fost utilizat un amestec gazos compus din 80 % argon și 20 % bioxid de carbon.

Rezultatele sudării cu plasmă și laser sunt de asemenea incluse în tabel. Înainte de testul la întindere, îngrosarea sudurii au fost polizate.

Rezultatele demonstrează că cerințele de rezistență la întindere aplicabile materialului de bază (vezi tabelul 2) pot fi îndeplinite

și de îmbinarea sudată în direcția transversală acesteia. Sudura este astfel cel puțin la fel de rezistentă ca foaia de oțel. Rezistența la impact a metalului sudurii și a zonei afectate termic (HAZ) (testate la -20°C și/sau -40°C) este de asemenea bună. Toate îmbinările au fost de asemenea supuse testelor de încovoiere cu rază de încovoiere de 2 x grosimea materialului, cu rezultate satisfăcătoare

Tab. 3 - Rezultatele testelor mecanice ale îmbinărilor sudate din oțeluri profilate. Suduri în mediu de gaz inert cu electrod fuzibil (cap la cap, amestec gazos, îngrosarea sudurii au fost îndepărtate înainte de testare, îmbinări în V în piese de testare de 6 și 8 mm), la fel ca și suduri cu laser și plasmă.

Sudura nr. (metodă)	Clasa de oțel Domex (grosime, mm)	Electrod	Straturi	Aport de căldură kJ/mm	Tensile test across		Test impact (Chappy V)			
					R _m MPa	Amplasarea fracturii	Direcția de testare	Poziția ¹⁾	Energia de impact (J/cm ²)	
									-20°C	-40°C
1 (MAG)	Dx 355 MC (6)	OK 12.51	1	0.87	476	Material de bază	Longitudinală	A B C	133 258 270	99 250 256
2 (MAG)	Dx500 MC (6)	OK 12.51	1	1.2	595	Material de bază	Longitudinală	A B C	168 162 256	174 110 244
3 (MAG)	Dx 500 MC (12)	OK 12.51	1 2	1.3 1.5	636	Material de bază	Longitudinală	A B C	61 138 275	42 46 120
4 (MAG)	Dx 650 MC (6)	TD-T90	1 2	0.73 0.81	810	Zona afectată de căldură	Transversală	A B C		207 51 107
5 (MAG)	Dx 650 MC (8)	SG 700	1 2	0.61 1.2	774	Weld metal	Transversală	A B C	176 72 89	172 46 58
6 (MAG)	Dx 700 MC (3)	OK 13.13	1	0.29	829	Weld metal				
7 (MAG)	Dx 700 MC (3)	OK 13.31	1	0.39	846	Zona afectată de căldură				
8 (MAG)	Dx 700 MC (8)	OK 13.31	1 2 3	0.88 0.94 0.95	836	Material de bază	Longitudinală	A B C	71 80 156	52 69 61
9 (MAG)	Dx 700 MC (8)	OK 13.31	1 2	1.14 1.13	849	Material de bază				
10 (Plasma)	Dx 355 MC (3)	OK 12.51	1	0.65	455	Material de bază				
11 (Laser)	Dx 420 MC (8)	-	1	0.38	539	Material de bază	Longitudinală	A B C	198	117 245 302
12 (Laser)	Dx 700 MC (6)	-	1	0.25	816	Material de bază	Longitudinală	A B C	208 153 135	83 150 105

¹⁾ A = Metal sudură, B = Linia de topire, C = Zona afectată de căldură la 1 mm de linia de topire

Tab. 4 - Câteva exemple de metale de adaos de la câțiva furnizori pentru utilizarea cu oțelurile profilate la rece Domex. Metalele de adaos sunt de rezistență aproximativ egală sau superioară. Pot fi utilizate și alte metale de adaos dacă îndeplinesc cerințele sudurilor din construcția respectivă.

Clasa de oțel	Sudarea manuală cu arc, electrod învelit	Sudare în mediu de gaz inert cu electrod fuzibil		Sudarea cu arc sub strat de flux învelit/ electric	Fabricant
		Electrod tubular	Electrod neînvelit		
Domex 315 MC Domex 355 MC Domex 420 MC	OK 48.00 Filarc 88 S P 48 S, Maxeta 22 Supercord	OK Tubrod 15.00 Filarc PZ6103 DWA 50 Fluxofil 12	OK Autrod 12.51 Filarc PZ6000 S Elgamatic 100 Spoolcord 21	OK 12.24/ OK Flux 10.62 - - Fluxocord 40/ Powder OP 121TT	ESAB Filarc ELGA Oerlikon
Domex 460MC Domex 500 MC	OK 74.78 Filarc 88 S P 48 S, Maxeta 21 Tenacito 70	OK Tubrod 15.17 Filarc PZ6145 DWA 50, DWA 55E Fluxofil 41	OK Autrod 12.51 Filarc PZ6041 Filarc PZ6047 Elgamatic 103 Carbofil CrMo-1	OK 12.24/ OK Flux 10.62 - - Fluxocord 41/ Powder OP 121TT	ESAB Filarc ELGA Oerlikon
Domex 550 MC Domex 600 MC	OK 75.75 Filarc 108 Maxeta 110 Tenacito 75	OK Tubrod 15.27 Filarc PZ6147 - Fluxofil 42	OK Autrod 13.13 PZ 6047; PZ 6048 Elgamatic 135 Carbofil NiMo-1	OK 13.40/ OK Flux 10.62 - - Fluxocord 42/ Powder OP 121TT	ESAB Filarc ELGA Oerlikon
Domex 650 MC	OK 75.75 Filarc 118 P 110 MR; Maxeta110 Tenacito 75	OK Tubrod 15.27 PZ132; PZ6148 - Fluxofil 42	OK Autrod 13.13 OK Autrod 13.29 OK Autrod 13.31 - Elgamatic 135 Carbofil NiMoCr Spoolcord TD-T90	OK 13.43/ OK Flux 10.62 - - Fluxocord 42/ Powder OP 121TT	ESAB Filarc ELGA Oerlikon
Domex 700 MC	OK 75.75 Filarc 118 P 110 MR; Maxeta 110 Tenacito 75 Tenacito 80	OK Tubrod 15.27 PZ6148; PZ 6149 - Fluxofil 42 SAF Dual 270	OK Autrod 13.13 OK 13.29; OK 13.31 - - Carbofil NiMoCr Spoolcord TD-T90	OK 13.43/ OK Flux 10.62 - - Fluxocord 70/ Powder OP 121TT	ESAB Filarc ELGA Oerlikon

Table 5: Consumabile de sudura standardizate.

Clasa de oțel	Sudare manuală cu arc, electrod învelit	Sudare în mediu de gaz inert cu electrod fuzibil		Sudarea cu arc sub strat de flux învelit
		Electrod tubular	Electrod neînvelit	
Domex 315 MC Domex 355 MC Domex 420 MC	AWS: A5. 1 E7018 DIN1913: E5153B10 EN499: E42X-xx	AWS: A5. 20 E71T-X DIN8558: T521 EN758: T42X-xx	AWS: A5. 18 ER70S-X DIN8559: SG 2 EN440: G42X-xx	AWS: A5. 23-F7AX-EM12K -
Domex 460 MC Domex 500 MC	AWS: A5. 5 E9018 DIN8529: EY5543MnMoB EN499: E50X-xx	AWS: A5. 29 E81T-X DIN7084: T541 EN758: T50X-xx	AWS: A5. 18 ER80S-X DIN8559: SG 2 EN440: G50X-xx	AWS: A5. 23-F7AX-EX -
Domex 550 MC Domex 600 MC	AWS: A5. 5 E11018 DIN8529: EY6965 Mn2NiCrMoB EN757: E62X-xx	AWS: A5. 29 E100T-X	AWS: A5. 28 ER100S-X	AWS: A5. 23-F10A4-EX
Domex 650 MC	AWS: A5. 5 E11018 DIN8529: EY6965 Mn2NiCrMoB EN757: E69X-xx	AWS: A5. 29 E110T-X	AWS: A5. 28 ER100S-X AWS: A5. 28 ER110C-X DIN SGNiMoCr2	AWS: A5. 23-F11AX-EX
Domex 700 MC	AWS: A5.5 E11018 DIN8529: EY6965 Mn2NiCrMoB EN757: E79X-xx	AWS: A5. 29 E110T-X	AWS: A5. 28 ER100S-X AWS: A5. 28 ER110C-X DIN SGNiMoCr2	AWS: A5. 23-F114X-EX

X = Rezistența la impact necesară urmează să fie selectată



Recoacerea de detensionare în funcție de tensiunea reziduală

Recoacerea de detensionare

Recoacerea de detensionare este adesea utilizată la plăcile grele cu scopul de a reduce tensiunea reziduală în structurile sudate. Recoacerea de detensionare este utilizată și la structurile din oțel obișnuit cu scopul de a reduce duritatea și de a îmbunătăți rezistența în zona afectată de căldură (HAZ). Pentru oțelurile profilate la rece Domex nu este necesară o recoacere de detensionare în acest scop. Nu este necesară reducerea durității, iar rezistența la impact a oțelurilor profilate la rece Domex și sudate este bună. Singura situație când recoacerea de detensionare pentru oțelurile profilate la rece este justificată este dacă tensiunea reziduală de sudare trebuie să fie redusă sau dacă oțelul profilat la rece a fost sudat de un alt oțel care necesită recoacere de detensionare. Recoacerea de detensionare poate fi specificată și de standardele de fabricație.

Domeniile de temperatură recomandate pentru

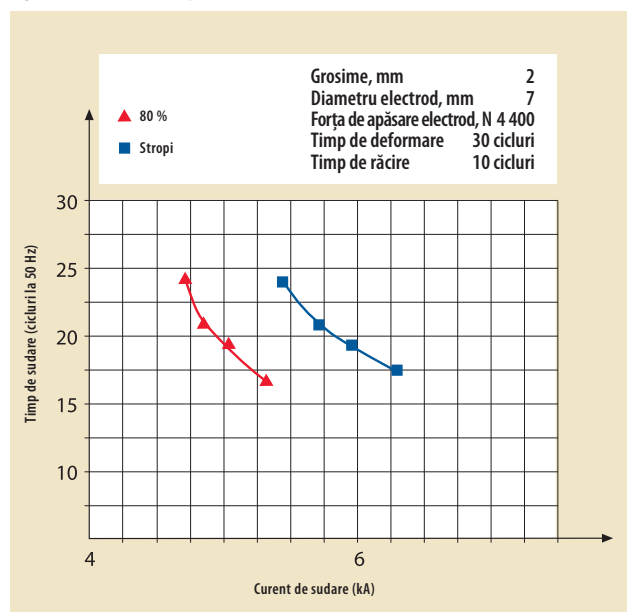
recoacerea de detensionare a oțelurilor profilate la rece sudate sunt 550÷650°C pentru oțelurile Domex HX (Domex 315 MC – 420 MC) și 530÷580°C pentru oțelurile Domex EHS (Domex 460 MC – 700 MC).

Sudarea electrică prin rezistență

Sudarea electrică prin rezistență poate fi utilizată pentru îmbinarea foilor subțiri din oțel profilat la rece Domex. Metodele incluse în grupul sudării electrice prin rezistență sunt sudarea în puncte, sudarea în linie, sudarea în relief. Toate oțelurile incluse în domeniul oțelurilor profilate la rece sunt ușor de sudat utilizând aceste metode, pentru că oțelurile au o compoziție săracă. Pentru a asigura rezultate bune ale sudării este importantă în special menținerea conținutului de carbon, fosfor și sulf la un nivel scăzut. De exemplu, oțelurile Domex 650 MC și Domex 700 MC, care au cel mai mare conținut de elemente de aliere din

seria profilată la rece, au compoziții care sunt esențialmente între limitele cunoscută din experiență ca producând rezultate bune la sudarea în puncte. Cele mai bune rezultate se obțin dacă suprafața este decapată sau sablată. Încercările de sudare uzuală în puncte pe oțeluri profilate la rece și laminate la cald, au fost efectuate cu Domex 650 MC de 2 mm grosime. Sudarea în puncte a fost efectuată pe îmbinări suprapuse obișnuite (2+2 mm). Rezultatele încercărilor sunt prezentate în fig. 4, în care este reprezentat grafic lobul sudurii. Acest tip de grafic este adesea utilizat la sudarea în puncte și descrie variația de intensitate care este acceptată fără a afecta diametrul granulelor. În acest caz, diametrul cerut al bobului a fost setat la 80 % din diametrul vârfului electrodului, aceasta fiind o cerință uzuală. Lățimea lobului de sudură - în acest caz pentru Domex 650 MC - este 1,2 kA, care poate fi considerată satisfăcătoare.

Fig. 4 - Lobul de sudură pentru Domex 650 MC



Sudarea cu laser

Sudarea cu laser este o metodă relativ nouă. O aplicație uzuală a sudării cu laser este sudarea foilor de tablă subțiri în industria automobilelor. În ultimii ani a crescut interesul pentru utilizarea sudării cu laser pentru foile de tablă groasă laminată la cald. Comparativ cu sudarea în mediu de gaz inert cu electrod fuzibil (MAG), beneficiile sudării cu laser includ o productivitate mai mare datorată vitezei mai mari de sudare și trecerilor mai puține. Totodată, sudarea cu laser produce deformări mai mici și reduce zona afectată de căldură în materialul de bază. Întrucât aportul de căldură la sudarea cu laser este mai mic decât la sudarea prin topire obișnuită, ritmul de răcire în material va fi mai mare. Acesta produce creșterea riscului apariției zonelor dure în îmbinarea sudată, dacă oțelul este înalt aliat. Întrucât oțelurile Domex profilate la rece au un conținut foarte scăzut de elemente de aliere, în sudură nu vor apărea zone dure. În testul la întindere pe transversala sudurii, piesa de testare va ceda în afara sudurii, în materialul de bază. Rezultatele testului la întindere a îmbinărilor sudate cu laser sunt prezentate în tabelul 3.



SSAB Tunnl  t AB este cel mai mare producător scandinav de table din oțel   i lider în Europa în dezvoltarea oțelurilor avansate cu rezistență ridicată.

SSAB Tunnl  t este membru al SSAB Swedish Steel Group   i are o cifră de afaceri de 10 trilioane de coroane suedeze av  nd ca angaja  i mai mult de 4 400 oameni în Suedia. Produce în jur de 2,5 milioane tone de table de oțel anual.

O componentă a politicii noastre de mediu o reprezintă   mbun     irea permanentă a eficien  ei proceselor de produc  ie   i a randamentului întreprinderilor precum   i evolu  ia propriet    ilor de mediu ale produselor noastre din perspectiva ciclului de via  .

Pe liniile noastre de produc  ie moderne   i de mare randament   i în laminoare realizăm următoarele produse din benzi din oțel:

DOMEX^{  }

Table din oțel laminate la cald.

DOCOL^{  }

Table din oțel laminate la rece.

DOGAL^{  }

Table din oțel zincate, în baie de zinc la cald.

PRELAQ^{  }

Table din oțel prevopsite.

Este vorba de mărci comerciale înregistrate ale firmei SSAB Tunnl  t AB.

Oferim ajutor clien  ilor no  tri în alegerea oțelului care să ducă la cre  terea competitivit   ii lor. For  a noastră constă în calitatea produselor noastre, în siguran  a livrărilor   i flexibilitatea serviciilor de service tehnic oferit clien  ilor.

Adresele firmei SSAB din diferite    ri.

Czech Republic
SSAB Swedish Steel s.r.o.
T  . kapit  na Jaro  e 37a
CZ-60200 Brno
Tel +420 545 422 550
Fax +420 545 210 550
info.cz@ssab.com
ssab.cz

Sweden
SSAB Tunnl  t AB
SE-781 84 Borl  nge
Tel +46 243 700 00
Fax +46 243 720 00
office@ssabtunnplat.com
ssabtunnplat.com

Romania
SSAB Swedish Steel România
Str. Papiu nr. 4
RO-540 075 T  rgu Mure  
ssabdirect.com
Tel. +00 40 265 230 315

Australia
SSAB Swedish Steel
Tel +61 395 488 455

Benelux
SSAB Swedish Steel BV
Tel +31 24 67 90 550
ssab.nl

Brazil
SSAB Swedish Steel, Ltda.
Tel +55 41 3014 9070
ssab.com.br

China
SSAB Swedish Steel
Tel +86 10 6466 3441
swedishsteel.cn

Denmark
SSAB Svensk Stål A/S
Tel +45 4320 5000
ssab.dk

Finland
OY SSAB Svenskt Stål AB
Tel +358 9 686 6030
ssab.fi

France
SSAB Swedish Steel SAS
Tel +33 1 55 61 91 00
ssab.fr

Germany
SSAB Swedish Steel GmbH
Tel +49 211 91 25-0
Tel +49 711 6 87 84-0
ssab.de

Great Britain
SSAB Swedish Steel Ltd
Tel +44 1905 795794
swedishsteel.co.uk

Italy
SSAB Swedish Steel S.p.A.
Tel +39 030 90 58 811
ssab.it

Korea
SSAB Swedish Steel Ltd
Tel +822 761 6172

Norway
SSAB Svensk St  l A/S
Tel +47 23 11 85 80
ssab.no

Poland
SSAB Swedish Steel Sp.z o.o.
Tel +48 602 72 59 85
ssab.pl

Portugal
SSAB Swedish Steel
Tel +351 256 371 610
ssab.pt

Spain
SSAB Swedish Steel SL
Tel +34 91 300 5422
ssab.es

South Africa
SSAB Swedish Steel Pty Ltd
Tel +27 11 827 0311
swedishsteel.co.za

Turkey
SSAB Swedish Steel Celik Dis Tic. Ltd. Sti.
Tel +90 216 372 63 70
ssab.com.tr

USA
SSAB Swedish Steel Inc.
Tel +1 412 269 21 20
swedishsteel.us

