



Damstahl
stainless steel solutions

Bearbejdning af rustfrit stål

Hvad sker der med korrosionsbestandigheden,
når man bearbejder stålet?

Bearbejdning af rustfrit stål

Hvad sker der med korrosionsbestandigheden, når man bearbejder stålet?

Kun de færreste anvender rustfrit stål uden at bearbejde det. Stålet skal klippes, bukkes, svejses, slibes eller på anden måde udsættes for mekanisk forarbejdning, og det har desværre konsekvenser for korrosionsbestandigheden. Rustfrit stål er kun betinget rustfrit, og korrosionsbestandigheden er afhængig af, hvordan man behandler stålet.

Som udgangspunkt er stålet "perfekt" fra leverandøren. I det øjeblik stålet forlader stålværket, har det sin maksimale korrosionsbestandighed, og flertallet af mekaniske processer, man kan udsætte stålet for, *svækker korrosionsbestandigheden*. Al forarbejdning af rustfrit stål bør derfor gøres, så disse svækkelser bliver så små som mulige. Er dette ikke muligt, bør håndteringen efterfølges af en passende kemisk efterbehandling.

Svejsning

Et af de korrosionsmæssigt alvorligste "indgreb" er svejsning. Udover at introducere en ny fase (svejsemetallet) bliver stålet udsat for en kraftig varmepåvirkning, som indebærer mindst tre potentielle farer: *sensibilisering, anløbninger og indre trækspændinger*.

De korrosionsrisici, der er forbundet med selve svejsemetallet, søges oftest minimeret ved at anvende et "overlegeret" tilsatsmateriale. Sværere er det at sikre, at der ikke er *neddykkede spalter* i systemet. Den slags kan opstå i form af *porer, sugninger, bindingsfejl, manglende gennembrænding* og lign., og korrosionsrisikoen er primært *spaltekorrosion*.

En god tommelfingerregel siger, at der vil kunne ske spaltekorrosion ved en temperatur, der er 20-25 °C *lavere* end den kritiske pitting-temperatur (CPT) – den temperatur, over hvilken der vil kunne ske grubetæring. Løsningen er enten helt at hindre neddykkede spalter (= intensiveret kontrol) eller at vælge en bedre stålqualität, der har højere Pitting Resistance Equivalent (PREN) og derved større indbygget sikkerhed (f.eks. 4404 i.st.f. 4301).

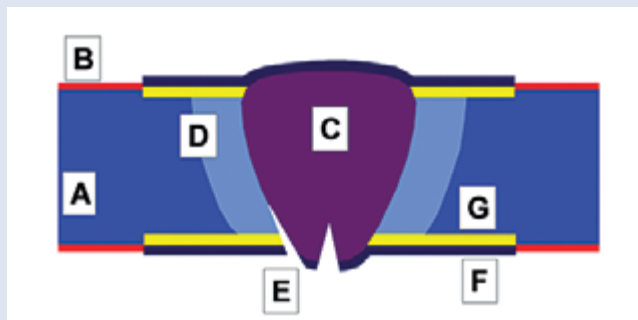
Opvarmning af stålet til temperaturer mellem 500 og 850 °C (en uundgåelig bivirkning af f.eks. svejsprocessen) medfører en risiko for dannelse af skadelige *kromkarbider* (= sensibilisering). Dette sker ikke i selve svejsesømmen, men i en varmepåvirket zone tæt ved ("Heat Affected Zone" = HAZ), og problemet er størst ved svejsning i svære godstykker. I praksis bekæmpes det bedst ved at anvende *lavkulstofstål* (f.eks. 4306, 4307 eller 4404) eller *titanstabiliserede stål kvaliteter* (4541 el. 4571).

Et beslægtet fænomen er dannelsen af skadelige, intermetalliske faser (f.eks. "sigma" (Cr-Fe) eller "ksi" (Cr-Mo)), noget man især kan opleve ved svejsning i højtlegerede, "superduplekse" stål kvaliteter (f.eks. 4410, dupleks 2507, Zeron 100) eller de højest legerede ferritiske stål kvaliteter (f.eks. 4509, 4526 og 4521).

Mindst lige så alvorlige er de blålige eller gullige *anløbninger*, der dannes på overfladen af stålet ved siden af svejsesømmen. Disse anløbninger er stærkt fortykkede oxider af krom og jern og skyldes en varm oxidation (iltning) af selve den rustfri stål overflade. En sådan iltning medfører i praksis en alvorlig korrosionsmæssig svækkelse af stålet, så vil man have det optimale ud af sit stål, skal det sikres, at al svejsning foregår under helt iltfri betingelser, hvilket betyder anvendelsen af en helt ekstrem mængde beskyttelsesgas (se FORCE's "Referenceatlas").

Bearbejdning af rustfrit stål

Hvad sker der med korrosionsbestandigheden, når man bearbejder stålet?



Tegnet snit gennem en svejsesøm.

A: Basisstål

B: Svejsesøm

C: Naturlige oxidfilm

D: Anløbninger

E: Afkromede lag (lige under anløbningerne)

F: Heat Affected Zone (HAZ)

G: Porer, sugninger, bindingsfejl mm.

Et mere økonomisk og oftest hurtigere alternativ er at tolerere en vis blåfarvning og derpå at fjerne anløbningerne igen, enten med en ren *bejdsning* eller med en kombination af *slibning* og kemisk efterbehandling (*bejdsning* eller *passivering*). En glasblæsning er ikke velegnet til formålet, idet både anløbninger og afkromet lag vil blive mast ind i overfladen i stedet for at blive fjernet. Dette klares med en bejdsning forud for glasblæsningen.

Endelig medfører enhver svejseproces ligesom enhver anden mekanisk forarbejdning dannelsen af *indre trækspændinger* og derved en forøget risiko for *spændingskorrosion*. Dette er der intet at gøre ved udover at tage højde for problemet allerede i designfasen og vælge et stål, der med god margin er immunt over for SPK ved de projekterede driftsbetingelser. Det er ikke anbefalelsesværdigt at bekæmpe SPK ved at satse på, at det færdige produkt slet ikke har indre trækspændinger.

Klipning, savning og andre skæremetoder

De "farligste" processer er generelt de varmeudviklende, da man ligesom ved svejsning kan risikere anløbninger, som skal fjernes mekanisk/kemisk. En "varm klassiker" er *vinkelslibere*, som udover at give meget grove, anløbne overflader tillige har det med at sprøjte vildt med varme partikler til andre overflader end dem, der behandles. Disse partikler kan brænde fast i ståloverfladen og give anledning til både spalter og anløbninger – en yderst uheldig kombination, som kan medføre stærkt reduceret korrosionsbestandighed. Måden at klare det på er at fjerne alle partikler ved *forsigtig* brug af en skruetrækker eller stemmejern og derpå foretage en bejdsning.

Bearbejdning af rustfrit stål

Hvad sker der med korrosionsbestandigheden, når man bearbejder stålet?

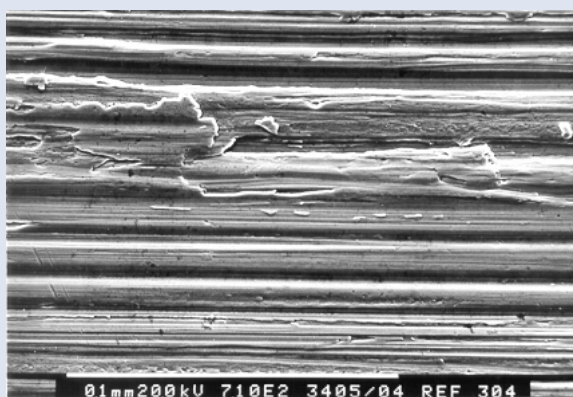
Selv de kolde skæreprocesser kan imidlertid genere stålets korrosionsbestandighed, idet man derved blotlægger centrum af stålet, som alt andet lige indeholder flere skadelige urenheder end overfladen. Denne effekt stammer helt tilbage fra størkningen af smelten til tonstunge "slabs". Størkningen sker naturligt nok udefra og ind, og under denne proces "skubbes" urenhederne foran det størknede metal for til sidst at ende i centrum, og selv en trinvis valsning fra fx 300 til under 1 mm ændrer ikke ved, at urenhederne er opkoncentreret i centrum. Centrum af en plade er derved mindre korrosionsbestandigt end overfladen; et fænomen, der hænger sammen med selve fremstillingen af stålet på stålværket, og som ovenfor kan problemet minimeres ved at foretage en afsluttende bejdsning.

Børstning, blæsning, slibning og spåntagende bearbejdning

Den meste mekaniske bearbejdning af rustfrit stål påvirker overfladeruheden, og også dette påvirker stålets korrosionsbestandighed. Alt andet lige *falder korrosionsbestandigheden med stigende overfladeruhed*, og en meget grov overflade (især groft slebne, drejede, børstede eller sandblæste overflader) har en målbart lavere korrosionsbestandighed end en glat (f.eks. 2B).

Årsagen til dette er todelt: Dels er en grov overflade bedre til at opsamle salte og danne lokalelementer, dels vil en grov behandling frilægge stålets naturlige indhold af urenheder. Disse urenheder (især sulfider) kan fungere som angrebepunkter for f.eks. grubetæring og derved nedsætte korrosionsbestandigheden.

Ydermere vil grove slibninger inducere flere indre spændinger end en fin, hvilket reducerer bestandigheden mod spændingskorrosion (SPK). Til gengæld vil en fin blæsning (glasblæsning eller shot-peening) øge niveauet af indre trykspændinger og derved øge bestandigheden mod netop SPK. Sandblæsning derimod giver en ekstremt grov overflade uden formildende omstændigheder.



To rustfri plader af typen EN 1.4301 (AISI 304). Den til venstre er blevet slebet, mens den højre efterfølgende er blevet elektrolyseret. Det er ikke vanskeligt at forestille sig, at den venstre plade er bedst til at opsamle korrosive salte. Den hvide linje nederst på begge billeder er 100 µm. Begge billeder er stillet til rådighed af DTU.

Bearbejdning af rustfrit stål

Hvad sker der med korrosionsbestandigheden, når man bearbejder stålet?

Ud fra et rent korrosionsmæssigt synspunkt er det således oftest en fordel *ikke* at foretage nogen mekanisk overfladebehandling overhovedet! Den glatte og bejdsede 2b-overflade, man får med en koldvalset tyndplade, kan ganske enkelt ikke forbedres korrosionsmæssigt, og man bør aldrig slibe bare fordi, "det plejer vi at gøre". Som ovenfor er den bedste metode til at undgå korrosionsmæssige svækkelser at foretage en effektiv, kemisk overfladebehandling.

Håndtering og transport

En særlig risiko ved næsten al håndtering af rustfrit stål er jernafsmitninger; et problem, der især ses, hvis f.eks. ens bukkeværktøj, gaffeltruck eller lastvogn har været anvendt til håndtering af sort stål. Udover at se grimt ud reducerer jernafsmitninger selve det rustfri ståls korrosionsbestandighed, idet korrosionen af jernpartiklerne kan fortsætte ned i selve det rustfri stål og medføre korrosion dér.



Et grimt eksempel på jernafsmitninger i form af en partikel, der i et valseværk er blevet mast ind i det rustfri stål. Partiklen må have været ganske hård, for den er blevet trykket dybt ind i det rustfri, og selv om en bejdsning vil fjerne alt sort stål/rust, vil behandlingen efterlade et lille hul.

Som beskrevet kan jernafsmitninger fjernes kemisk, men mindst lige så effektivt er det at forebygge problemet. Især er det vigtigt kun at bruge værktøj, der alene bruges til rustfrit stål, hvilket inkluderer alt lige fra bukkeværktøj til gaflerne på ens gaffeltruck.

Selv ved en total separation af værktøj og udstyr er slibestøv en "klassiker". Sort slibestøv kan være uhyggeligt mobilt, og forebyggelsen af jernafsmitninger kan blive lidt af et sisyfosarbejde. Ideelt set bør sort og rustfrit nærmest forarbejdes på to forskellige postadresser, men dette krav ses der ofte igennem fingre med. I så fald er der ingen vej udenom den kemiske efterbehandling.