

Korrosion

VARFÖR ROSTAR STÅL?

De flesta material och föreningar som vi använder är i längden inte beständiga i de former som vi normalt utnyttjar dem. De bryts ner och övergår till stabilara föreningar av de grundämnen de är uppbyggda av.

Trä bryts ner genom påverkan av klimat och bakterier. Plaster åldras, blir spröda och bryts slutligen ner under påverkan av sol, temperatur och atmosfär. När det gäller metaller och metalliska material talar vi om att de *korroderar*, eller i vardagspråk: rostar.

Järn och de flesta andra metaller utvinns ur naturligt förekommande mineral som är mer stabila föreningar än metallerna själva. Därför är det naturligt att korrosionsprocesser leder till att metallerna återgår till produkter som är mycket lika mineralerna. Järn återgår t ex under påverkan av syret i luften till oxiderna FeO , Fe_2O_3 och Fe_3O_4 .

Vilka oxidtyper som bildas och i vilka andelar bestäms till största delen av tillgången på syre och vid vilken temperatur korrosionen sker. Finns det dessutom tillgång till vatten sker en *hydratiseringsprocess*.

Andra korrosionsprodukter kan bildas beroende på i vilken kemisk miljö järnet befinner sig. Finns t ex klor tillgängligt bildas det järnklorid (FeCl_3) i stället för järnoxider. Korrosion kan även ske genom inverkan av elektriska strömmar, andra metalliska material, mekaniska spänningar och föroreningar i materialets inre struktur. Vi kan alltså konstatera att korrosion inte är ett entydigt begrepp utan ett samlingsnamn för många typer av "angrepp" på ett metalliskt material.

KORROSIONSTYPER

Stål liksom många andra metalliska material har ett visst motstånd mot korrosion. Denna s k passivitet beror på att det bildas ett tunt, osynligt skikt av oxider på ytan genom en reaktion mellan metallen och det syre som finns i omgivningen.

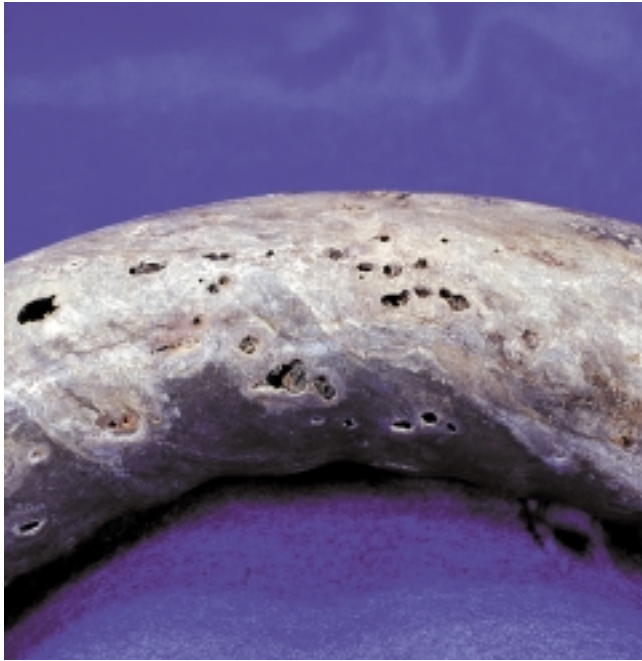
Oxidlagret minskar drastiskt materialets korrosions-hastighet. Materialet sägs ha passiviserats.

En *allmän korrosion* är följden av en utbredd nedbrytning av det passiva skiktet. Det passiva skiktet kan även brytas ner lokalt medan det i övrigt förblir intakt. Korrosionsattacker av denna typ går under namnet "lokal korrosion". Det är oftast någon form av lokal korrosion som kan orsaka att produkter eller delar av anläggningar havererar och måste kasseras eller ersättas. Speciellt gäller det i starkt *korrosiva* miljöer att använda material med mycket god korrosionsbeständighet.

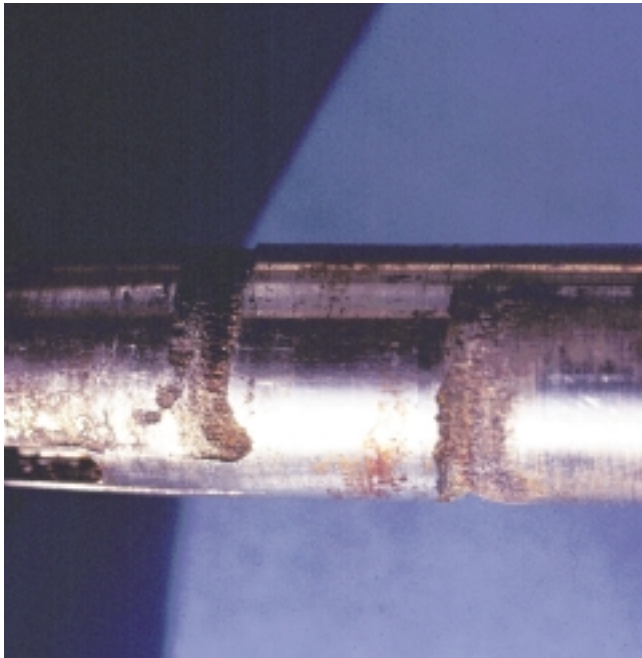
Korrosionshastigheten varierar vanligen över tiden, och beror t ex på temperatur och korrosionsskiktets tjock-



Allmän korrosion: hänglås utsatt för svavelsyra.



Punktkorrosion på rostfri detalj som utsatts för varm koncentrerad koksaltlösning.



Spaltkorrosion och spänningskorrosion.

lek. Hastigheten beskriver materialförlust per tidsenhet, t ex mm/år. Denna hastighet uttrycks oftast som förlust av materialets tjocklek per tidsenhet, t ex i mm/år.

För vägledning beträffande materialval och korrosionsskydd för olika miljöer finns korrosionstabeller att tillgå.

En form av lokal korrosion är *bimetallkorrosion* eller galvanisk korrosion som det kallades förr. Regeln är att den minst "ädla" metallen, *anoden*, angrips medan det ädlare materialet, *katoden*, i huvudsak är skyddad mot korrosion.

Den relativa ädelheten mellan ledande material i en viss omgivning indikeras av den *galvaniska spänningsserien* för denna omgivning.

En annan form av lokal korrosion är punktkorrosion som karaktäriseras av att små punktformiga områden utsätts för korrosion (frätning). Groparna som bildas tycks ofta vara ganska små på materialets yta, men kan ha betydligt större yttvärsnitt djupare in i materialet.

Punktkorrosion sker vanligen i neutrala eller sura miljöer där kloridjoner (Cl⁻) förekommer. En punktfrätning tränger ofta genom materialet med hög hastighet och kan i vissa fall förstöra produktens funktion på kort tid.

Spaltkorrosion sker under samma förhållanden som punktfrätning, d v s i neutrala eller syrahaltiga lösningar som innehåller joner av *halider*. I smala spalter, t ex mellan tätt sammanfogade metalliska material, är *kapillärkrafterna* så stora att det praktiskt taget är omöjligt att förhindra att en vätskelösning tränger in och orsakar korrosion. Ett typiskt exempel är spalten mellan sammanfogade plåtar på en bil.

Spänningskorrosion är också en form av lokal korrosion. Här är det spänningar i materialets ytskikt som påverkar passivskiktets stabilitet och försvagar den kemiska motståndskraften. Sprickbildning genom spänningskorrosion uppstår aldrig i rena metaller – men däremot i vissa legeringar, t ex rostfritt stål i kombination med salthaltig miljö.

Hittills har vi beskrivit den ogynnsamma korrosionen på stål. Men ibland finns det stora fördelar med att avsiktligt låta stålet korrodera. Ett bra exempel där man utnyttjar allmänkorrosion som fortsatt korrosionsskydd är att göra s k rosttrögt stål. Genom att blanda in lite extra koppar (Cu) i stålet orsakar man en snabb allmänkorrosion över produktens hela yta i vissa miljöer. De naturligt bildade oxiderna skyddar sedan det underlig-

gande stålet mot fortsatt korrosion. Metoden tillämpas bl a för skorstenar, broar och anläggningar i korrosiva miljöer.

Rostangrepp som får verka fritt under lång tid kan vara farliga om de t ex sker på en rörledning i ett kärnkraftverk, ett bromsrör i en skolbuss eller ett viktigt förband i en bro. Dessa indirekta olycksrisker undviker man genom att korrosionsskydda på rätt sätt, använda rätt sorts stål och genom att regelbundet underhålla de produkter som finns i korrosiv miljö.

Rostande metaller avger nästan uteslutande stabila och ofarliga metalloxider som inte är hälso- eller miljöfarliga. De små mängder potentiellt miljöfarliga metalljoner som frigörs är mycket reaktiva, och bildar därför stabila ofarliga föreningar medan de transporteras med dagvattnet eller rinner genom marken. Järn, zink och andra *bioackumulerbara* mikronäringsämnen behövs i markerna och i kroppen för att inte näringsbalansen ska störas. Kraftigt underskott kan orsaka svält och kraftigt överskott kan orsaka förgiftning. Detta gäller alla näringsämnen, så lagom är alltså bäst.

KORROSIONSSKYDD

För att minska eller förhindra korrosion av stålet behöver det skyddas. Det kan man göra på flera sätt med hjälp av korrosionsskyddande produkter. Ett alternativ är att skapa ett tätt skikt som förhindrar att stålet reagerar med omgivningen (syre eller elektrolyt). Ett annat sätt är att applicera ett eller flera ämnen på eller i kontakt med stålet. Är ämnet elektriskt ledande och mindre ädelt än stålet korroderar ämnet istället. Ämnet agerar därmed *offeranod*.

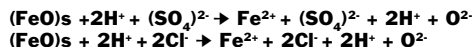
Andra sätt att korrosionsskydda stålet kan vara att höja det elektriska ledningsmotståndet i *korrosionscellen*. T ex genom att skapa en omgivning som inte uppfyller kriterierna för att korrosion skall uppstå. Viktigt är också att utforma konstruktioner på lämpligt sätt, t ex genom att undvika spalter, fuktlagringsutrymmen eller fysisk kontakt mellan olika metaller.

Det nyproducerade stålet kan skyddas kortsiktigt genom att det beläggs med ett tunt oljeskikt, s k anoljning. De flesta stålprodukter får sedan ett långsiktigt katodiskt korrosionsskydd genom att zink – eller blandningar mellan zink och aluminium appliceras på stålet.

ORDFÖRKLARINGAR:

ALLMÄN KORROSION

Med allmän korrosion menas när hela eller stora delar av ytan får det passiva skiktet nedbrutet. Omgivningsförhållanden som kan ge upphov till sådan nedbrytning är t ex vattenlösningar av svavelsyra [H₂SO₄] eller saltsyra [HCl].



Det passiva skiktet bryts ner och korrosionsprocessen kan fortlöpa till dess metallen upplösts helt. Detta är förklaringen till att en försurad miljö beroende på t ex svavelutsläpp eller närheten till salthaltig [NaCl] luft är skadlig för bilar, byggnader och andra stålprodukter.

ANOD

Positiv elektrod.

BIMETALLKORROSION

När två olika metaller fogas samman så att de står i elektrisk förbindelse med varandra samt omges av en ledande vätska, en elektrolyt, skapas en mycket korrosiv miljö och bimetallkorrosion uppstår. Den galvaniska korrosionsattacken är mest påtaglig nära kontaktstället mellan de två materialen. Viktiga faktorer som påverkar denna korrosionstyp är:

- skillnaden i ädelhet mellan de två materialen
- förhållandet i ytstorlek mellan materialen
- elektrolytens ledningsförmåga
- avståndet mellan de två materialen

BINDEMEDEL

Binder färgens komponenter och ger färgen dess huvudsakliga egenskaper. Skyddar genom att vattnet/lösningssmedlet avdunstar, eller genom att härdas kemiskt. Exempel är akryl, PVC och epoxi.

BIOACKUMULERBAR

Förmåga att tas upp och lagras (ackumuleras) i levande organismer (biomassa).

DIFFUSION

En rörelse av atomer från ett område med högre koncentration av ett ämne till ett område med lägre koncentration.

ELFÖRZINKNING

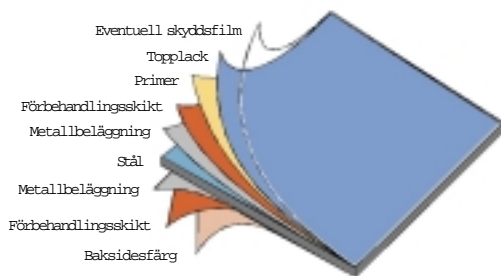
Elektrokemisk metod som bygger på att zink fälls ut på stålet i en elektrolyt. Ger tunt skikt för användning i mindre korrosiv miljö.

GALVANISK SPÄNNINGSSERIE

| | Metall | Elektrodpotential, E _H [Volt] |
|---------|----------------|--|
| ”Ädel” | Guld | + 0,42 |
| | Silver | + 0,19 |
| | Koppar | + 0,02 |
| | Rostfritt stål | - 0,29 |
| | Kolstål | - 0,46 |
| | Aluminium | - 0,51 |
| ”Oädel” | Förzinkat stål | - 0,81 |
| | Zink | - 0,86 |
| | Magnesium | - 1,36 |

Applicering kan ske genom att plåten snabbt doppas i ett varmt zinkbad, s k varmförzinkning. Andra metoder är *elförzinkning* (galvanisering) eller genom att spruta zinken på stålet, s k sprutförzinkning. Vid tillverkning av byggnadsmaterial i form av plåt för tak- eller väggbeklädnad används ofta färgbelagd tunnplåt. Denna ger ett mycket gott korrosionsskydd och lång livslängd tillsammans med stora möjligheter att ge byggnaden önskad kulör och form. Idag tillverkas 65 miljoner m² färgbelagd plåt på den svenska marknaden.

För att få ett bra korrosionsskydd beläggs stål kärnan med ett metallskikt av zink eller av aluminium och zink. Det första steget i en bandlackeringslinje innebär att plåten förbehandlas i ett antal vattenlösningar som gör att färgen får god vidhäftning. I nästa steg läggs en grundfärg (primer) på plåtens framsida som ska ge korrosionsskydd och öka toppfärgens vidhäftning. På plåtens baksida läggs en baksidesfärg som fungerar som transport-skydd. Till sist läggs toppfärgen på. Här väljer användaren färgsystem och kulör. Det finns flera olika färgsystem, t ex Polyester, Plastisol eller PVF₂, som vart och ett har olika egenskaper som passar till olika miljöer och användningsområden.



Exempel på de olika skikten på färgbelagd tunnplåt. Tunnplåten kan t ex användas som takbeklädnad.

Tillförseln av zink och andra metaller till naturen har omdebatterats i flera länder, men idag vet vi att zink i metallisk form eller i kemiska föreningar inte innebär någon påtaglig hälsorisk. Det råder snarare brist på detta livsnödvändiga mikronäringsämne i den svenska marken.

Förr skapade man kulörerna med rostskyddsaktiva pigment som blymönja och zinkkromat men den använd-

ningen har upphört p g a hälso- och miljöriskerna. Som miljövänligare alternativ används idag t ex kalciumfosfat och zinkfosfat.

Färgen är sammansatt av *bindemedel*, *pigment*, *tillsatsmedel* samt *lösningsmedel* eller vatten. Bindemedel (t ex PVC), pigment och lösningsmedel utreds noga från hälso- och miljömässig synpunkt. Miljökraven har lett till att ett antal produkter försvunnit från marknaden och ersatts av mer miljövänliga alternativ. Vid målning eftersträvas minimerade utsläpp av lösningsmedel och metoder som medför så lite spill som möjligt. I ett bandlackeringsverk tas lösningsmedlen normalt om hand och renas till nära hundra procent genom förbränning. Därmed erhålls också energi för värmning av torkugnarna.

Vill man helt undvika korrosionsskyddande beläggningar men ändå få ett utmärkt skydd är rostfritt stål ett föredra.

VAD ÄR ROSTFRITT STÅL?

Järn vill gärna reagera med syre i omgivningen. Genom att tillsätta krom får man en avsevärt lägre korrosions-hastighet. Den viktigaste egenskapen hos rostfria stål är korrosionsmotståndet. Genom att tillsätta olika legeringsmetaller förutom krom kan man även förbättra hållfasthet, svetsbarhet och andra egenskaper. Ett s k 18/8-stål är ett rostfritt stål bestående av 18 % krom och 8 % nickel.

Stål med minst 10,5 % krom kallas definitionsmässigt för rostfritt stål.

Hos de rostfria stålen bildas ett tunt, tätt och osynligt kromoxidskikt som skyddar mot vidare angrepp. Rostskyddet förbättras ytterligare om kromhalten ökas till 17 %.

Kromoxidskiktet får en kraftigt förhöjd kromhalt genom *diffusion* av kromatomer. Diffusionen gör oxidskiktet tätare och mindre genomträngligt för syreatomer att passera. En mekanisk skada på skiktet, t ex en repa, är själv-läkande. Andra stålsorter, t ex kolstål, är inte självläkande så därför måste deras ytor skyddas.

På rostfria stål uppträder korrosion på hela ytan endast i aggressiva (oftast sura) miljöer – den passiverade ytan är då inte längre effektiv. Ett antal korrosionsformer av mer lokal karaktär kan uppträda på rostfria stål. Sådana korrosionsformer är punktkorrosion eller gropfrätning, spaltkorrosion, *interkristallin korrosion*, spänningskorrosion



samt *korrosionsutmattning*. Det är främst kloridinnehållande miljöer, framför allt sura sådana, som orsakar lokala angrepp på rostfria stål. Den mest bekanta formen är punkt-korrosion som t ex exempel kan förekomma på rostfria bestick. Ofta angrips något ställe på ytan där defekter förekommer, exempelvis vid slaggineslutningar. Fenomenet punkt-korrosion kan ges en elektrokemisk förklaring som går ut på att den omgivande oangripna och fortfarande passiva ytan fungerar som katod och det lokala angreppet som anod.

Då lösningen i den uppkomna gropen är förhållandevis stillastående, anrikas metalljoner som förstärker korrosionsangreppet.

Krom, molybden och kväve ökar hårdigheten mot punktfrätning och spaltkorrosion. För resistens mot havsvatten krävs över 4 % molybden i stålet. Man kan också minska risken för korrosion genom att undvika trånga spalter eller konstruktionslösningar som samlar vatten.

HALIDER

Kemiska föreningar innehållande ämnen ur gruppen halogener d v s fluor, klor, brom och jod.

HYDRATISERINGSPROCESS

Reaktion där vattnet binds kemiskt till oxiderna så att korrosionsprodukten även kommer att innehålla väteatomer.

INTERKRISTALLIN KORROSION

Korrosion som sker i en tunn zon längs materialets korngränser. Ett annat namn är korngränsfrätning.

KAPILLÄRKRAFT

Vätskedrivande kraft som uppkommer i smala spalter eller rör, s k kapillärer, till följd av att krafterna mellan olika molekyler på mycket nära avstånd är olika starka.

KATOD

Negativ elektrod.

KORRODERA

Vanligen: metall och syre som reagerar och bildar en oxid. Ett vanligt ord för järnets korrosionsprodukt är "rost".



KORROSIONSCELL

Område där våt korrosion sker. Är en strömälstrande cell som fungerar på samma sätt som ett ficklampsbatteri.

KORROSIONSUTMATTNING

Uppkommer till följd av upprepade påkänningar i materialet under användning i korrosiv miljö.

KORROSIV

Korrosionsfrämjande eller frätande.

LÖSNINGSMEDEL

Medel som löser bindemedlet och avdunstar lätt, vilket t ex gör att färg kan torka.

OFFERANOD

Anod som "offras" för att korrodera i stället för det material man vill skydda och som därvid blir katod i systemet.

PIGMENT

Mycket små partiklar som ger färgens kulör men kan även ha rostskyddande och andra egenskaper. Exempel är järnglimmer, zink, järnoxid och talk.

TILLSATSMEDEL

Ämnen som i små tillsatser förbättrar färgens specifika egenskaper, t ex konsistens, vidhäftning eller påskyndande av torkning.