

korrosionscentralen, atv.

park allé 345 . 2600 glostrup

tlf. (01) 45 33 88

CORROSION MONITORING

Ebbe Rislund

Det engelske ord monitor betyder noget i retning af kontrollant, vejleder - én, der advarer. Dette begreb blev for snart mange år siden overført til radioteknikken og senere til TV-teknikken til de interne modtagere, hvor man overvåger, at radio- eller TV-udsendelserne går som de skal. Begrebet "monitoring" er nu også begyndt at dukke op inden for driftsteknikken i forbindelse med det kompleks af måle- og registreringsudstyr, der tages i anvendelse for at overvåge, om korrosions- og driftsforholdene i et procesanlæg er i orden. Som det vil ses vil et dækkende dansk udtryk for corrosion monitoring være korrosionsovervågning, men her som i andre områder vil man hyppigt støde på det engelske udtryk.

HVORFOR KORROSIONSOVERVÅGNING

Efterhånden, som procesanlæggenes størrelse og produktions-hastighed vokser, øges også tabene ved uventede driftsstop, som blandt andet kan være forårsaget af korrosionsproblemer. Ligeledes gøres der stadigt større anstrengelser for at billiggøre konstruktionsmaterialerne, hvilket først og fremmest gøres ved at vælge materialer, der kun lige netop er gode nok til formålet. Ofte vælger man et billigere konstruktionsmateriale og i stedet tilføjer beskyttelse i form af vandbehandling. Eksempelvis er almindeligt stål ikke tilstrækkeligt korrosionsbestandigt til at man ved anvendelse i køletårnssystemer kan opnå en tilfredsstillende funktion. Hertil kræves rustfrit stål eller kobberlegeringer. Alligevel konstrueres det meste af store køletårnssystemer af almindeligt stål, idet materialebesparelsen herved er rigeligt stor til at bære en driftsudgift til korrosionsbeskyttelse ved tilsætning af inhibitorer. Imidlertid er et

køletårnssystem et forholdsvis følsomt anlæg, hvor faktorer som for stort saltindhold, stor hårdhed, for lille inhibertilsætning samt forurening fra omgivelserne kan give alvorlige driftsforstyrrelser.

Ser man på procesapparatet i den kemiske industri er kravene til konstruktionsmaterialerne ofte meget skrappe, og her er man henvist til i høj grad at anvende mere eller mindre højt legerede rustfri stål. Her kan der spares mange penge ved at nøjes med den legering, der lige netop er god nok. Til gengæld må man sørge for at overvåge, at driftsforholdene holdes inden for de grænser, der er sat ved udvælgelsen af konstruktionsmaterialet. Situationen kan blive alvorlig, idet selv tilsyneladende små ændringer i driftsforholdene kan ændre korrosionshastigheden med op til en 1000-faktor.

Endelig kan der blive tale om direkte at optimere produktionshastigheden i et kemisk procesanlæg, hvor denne har en betydelig indflydelse på anlæggets levetid. For at få oplysning om en sådan indflydelse er det nødvendigt med en løbende overvågning af korrosionsforholdene i selve anlægget. Laboratorieforsøg vil næppe kunne give tilstrækkelige oplysninger, idet faktorer som f.eks. flow, temperatur samt forskellige forureninger her ikke vil variere på samme måde og få samme virkning som i selve anlægget.

HVILKE MÅLEPRINCIPPER SKAL ANVENDES TIL KORROSIONSOVERVÅGNING

Mulighederne for at overvåge korrosionen afhænger af anlæggets og korrosionens art, og der er, som vi senere skal se, flere principper at vælge imellem. Det er imidlertid vigtigt at få klarhed over hvilke fænomener, der skal overvåges for at sikre tilstrækkelig information, før der vælges me-

tode. For eksempel kan det ikke nytte noget, at det konstateres, at den generelle korrosionshastighed er tilstrækkelig lav, hvis anlægget samtidigt hurtigt perforeres af lokal korrosion. Denne bidrager nemlig kun lidt til den generelle korrosion. Ligeledes vil en overvågningsmetode være lidet egnet, hvis resultaterne først fremkommer på et tidspunkt, hvor også anlægget har taget skade.

Endelig må ikke glemmes overvågningen af de driftsparametre, der har indflydelse på korrosionen, idet disse er med til at anvise diagnosen, når korrosionen bliver uacceptabel og dermed giver nøglen til en hurtig afhjælpning af problemet.

METODER TIL KORROSIONSOVERVÅGNING

Nedenfor omtales metoder der kan anvendes til korrosionsovervågning. Der er her kun tale om eksempler, idet der i hvert enkelt tilfælde kan være forhold, der gør en speciel metode anvendelig.

a. Prøveplader

Vel nok den ældste og simpleste metode til overvågning af korrosion er anvendelse af prøveplader. Metoden forløber i sin enkelthed ved at rensede, vejede prøveplader af det aktuelle metal placeres i anlægget. De monteres ofte som vist på fig. 1, hvor de er nemme at udskifte.

Efter en vis periode, normalt mindst en måned, udtages pladerne igen, angrebstypen iagttages, og efter afrensning af korrosionsprodukter vejes pladen og vægttabet beregnes.

Metoden giver som resultat en gennemsnitlig korrosionshastighed for hele perioden. Da denne må være forholdsvis lang før et pålideligt resultat kan opnås, kan der således op-

træde kortvarige store udsving i korrosionshastigheden uden at disse detekteres. Angrebets form kan direkte iagttages og dels indicere om grubetæring er et problem, dels give et fingerpeg om, hvad der styrer korrosionen.

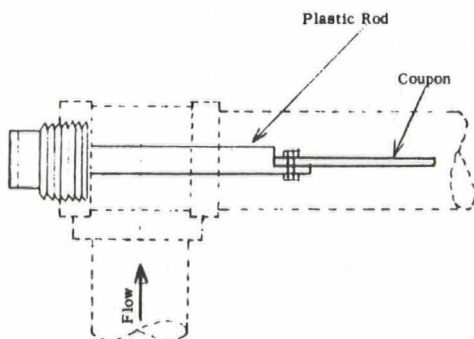


Fig. 1. Eksempel på anbringelse af prøveplader

Metoden kræver ganske enkelt apparatur og kan således komme på tale i små anlæg med langsomme ændringer i korrosionen. Da pladerne imidlertid må renses ved hver måling kan langtidsændringer kun detekteres ved, at plader sidder i anlægget i meget lang tid, hvilket gør metoden lidet egnet som grundlag for styring.

b. Ændring af elektrisk modstand

Måling af stigningen i en metaltråds elektriske modstand efterhånden som tværsnittet formindskes af korrosion har også i lang tid været anvendt til overvågning. Sonden, der monteres i anlægget ses på fig. 2 og består af to metaldele: Et stykke, der er udsat for korrosion samt et referencestykke af samme materiale, der er fuldt beskyttet. De to stykker er dele af et brosystem, hvor deres modstand sammenlignes. Ved anvendelse af et referencestykke opnås at

måleresultatet kun afhænger af ændringen i tværsnitsareal på stykket, der er udsat for korrosion; kompensation for ændring i modstand som følge af temperatursvingninger samt ændring fra metal til metal er således indbygget.

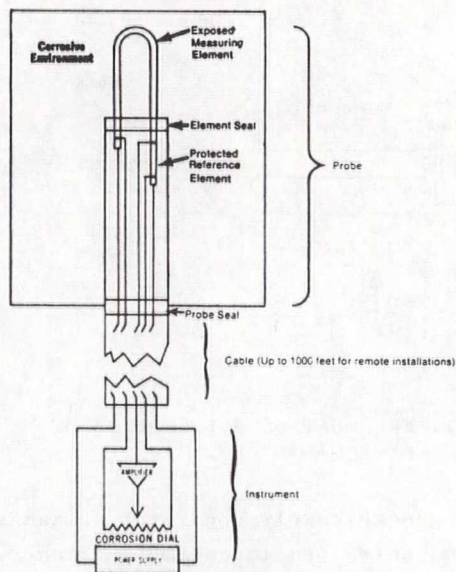


Fig. 2. Udstyr til måling af korrosion ved måling af ændring i elektrisk modstand

Det direkte måleresultat er den forløbne korrosion siden sonden blev sat i drift. Det vil sige, at det er integralet af den øjeblikkelige korrosionshastighed. Da metodens følsomhed er forholdsvis stor (angives til bedre end 1 μ) er det dog muligt på en totalkorrosion-tidskurve ved tangentkonstruktioner at udregne værdier for den øjeblikkelige korrosionshastighed, der kan bruges til at styre anlægget efter. En mindre ulempe ved metoden er, at grubetæring vil påvirke måleresultatet således, at den målte korrosion bliver for stor. Da imidlertid grubetæring som nævnt kan

være den begrænsende faktor for anlæggets driftstid bliver måleresultatet pålideligt nok.

Baseret på dette måleprincip produceres kommercielt udstyr til løbende automatisk registrering af korrosionen. Disse har i flere år været anvendt til overvågning af korrosionsforholdene blandt andet i de primære produktionstrin på raffinaderier, hvor korrosionen hidrørende fra svovlbrinte i råolien kontrolleres ved tilsætning af ammoniak eller andre inhibitorer.

c. Måling af polarisationsmodstand

Den principielle opstilling til måling af polarisationsmodstand ses fig. 3. (Skematisk - i praksis sammenbygges elektroderne i en sonde). Den består af en prøveelektrode af samme metal som anlægget, en referenceelektrode samt et voltmeter til måling af prøveelektrodens potential. Endelig en strømkilde, der via en hjælpeelektrode kan sende strøm igennem prøveelektroden. Måleprincippet består i at sende en lille strømstyrke (få mikroampere) igennem prøveelektroden. Herved ændres prøveelektrodens potential. Potentialændringen samt strømstyrken måles, og forholdet mellem disse to størrelser - polarisationsmodstanden - dannes. Polarisationsmodstanden er vist at være omvendt proportional med den øjeblikkelige korrosionshastighed, som altså er måleresultatet ved denne metode. Ved vintermødet i 1971 (1) berettedes om denne metodes udvikling til et automatisk arbejdende overvågningsudstyr. Ligeledes er der gjort rede for hvorledes der ud fra måleresultaterne kan afledes et kvalitativt udtryk for tendensen til grubetøring i anlægget.

Da resultatet af polarisationsmodstandsmålingen ved hjælp af et analogregneværk let kan omdannes til den øjeblikkelige korrosionshastighed, er apparatet hurtigt og følsomt

nok til at kunne kobles ind i et reguleringssystem, hvor man automatisk styrer procesparametrene efter korrosions-hastigheden. Også informationen om grubetæringstendensen kan bruges som grundlag for regulering; en egenskab der ofte er en fordel ved styring af vandbehandling. Et auto-matisk udstyr på dette princip er forholdsvis kostbart og finder derfor kun anvendelse på større anlæg.

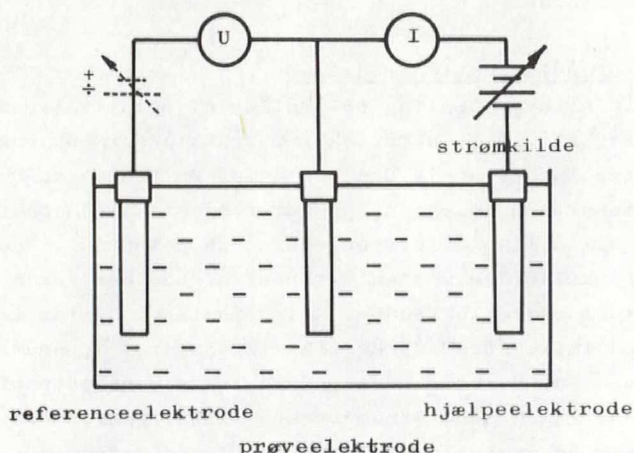


Fig. 3. Polarisationsmodstandsmåling
(skematisk)

d. Måling af korrosionspotential

Måling af konstruktionsmaterialets korrosionspotential kan undertiden byde på en vigtig kontrolmulighed, især hvor det drejer sig om metaller, der under de givne driftsbe-tingelser kan optræde i såvel aktiv som passiv tilstand. Fig. 4 viser eksempelvis korrosionshastigheden af støbejern i kogende svovlsyre som funktion af korrosionspotentiallet.

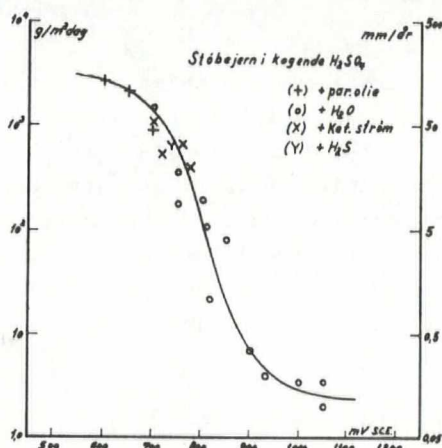


Fig. 4. Støbejerns korrosionshastighed i kogende svovlsyre som funktion af korrosionspotential (efter Maahn (2))

Det ses, at korrosionshastigheden stiger med en faktor 500, når potentiallet falder fra 1000 til ca. 700 mV. I den organisk kemiske industri, hvor eksemplet er hentet, opkoncentreres brugt svovlsyre ved inddampning i støbejernsgryder. Her kan den brugte syre indeholde forskellige organiske urenheder, der er medbestemmende for det frie korrosionspotentials beliggenhed. Dette betyder, at der den ene dag, hvor korrosionspotentiallet er lavt på grund af mange urenheder, er en uacceptabel stor korrosionshastighed; den næste dag en tilstrækkelig lav hastighed. Her vil korrosionspotentiallet kunne være en tilstrækkelig parameter til at vise korrosionstilstanden og give alarm, når der skal gribes ind. Til at bringe potentiallet op, hvor det skal være, kan enten anvendes en påtrykt anodisk strøm - såkaldt anodisk beskyttelse - eller hvis de øvrige driftsomstæn-

digheder tillader det, kan der tilsættes et oxydationsmiddel.

Måling af korrosionspotentialiet foregår ved at placere en referenceelektrode i beholdere eller rør og måle spændingsforskellen mellem denne og rør- eller beholdervæggen. Til brug i industrielle anlæg er man ofte henvist til at anvende referenceelektroder, der er betydeligt mere robuste end de, der kendes fra laboratoriet f.eks. kalomelelektroden. Årsagen er ønsket om en meget lang driftstid uden nogle former for vedligeholdelse.

AFSLUTTENDE BEMÆRKNINGER

Der er beskrevet fire eksempler på metoder til "monitoring" af korrosionstilstanden i et procesanlæg. Det sidstnævnte var et eksempel på en metode baseret på specielle egenskaber ved et bestemt korrosionssystem. Helt andre systemer er kendt, f.eks. overvågning af kedelkorrosion ved måling af den udviklede brintmængde. De nævnte metoder er ikke alle lige velegnede til anvendelse ved automatisk overvågning, men fælles for dem er, at detecteringen foregår ved placering af en målesonde et bestemt sted i anlægget. Hermed opstår spørgsmålet om, hvorvidt det valgte målested er repræsentativt for anlægget som helhed, hvad det jo gerne skulle være. Ofte prøver man bevidst at udsøge sig det sted, der tilsyneladende er hårdest belastet rent korrosionsmæssigt, idet man så kan gå ud fra, at forholdene generelt er bedre end dem man kan overvåge; i andre tilfælde opererer man med flere sonder. Nu kan det jo være svært at udsøge et sådant sted, hvis man ikke tidligere har målt korrosion på anlægget, og man skal i hvert fald ikke blive skuffet, hvis det viser sig, at korrosionen alligevel var værre et andet sted end ved det valgte målested. Det er tidligere konstateret, at korrosionen i et

anlæg kan være tilfældigt fordelt inden for et område der - så vidt man er i stand til at beskrive systemet - arbejder ved fuldstændigt ens driftsforhold.

Litteraturhenviisning

1. Rislund, E: Praktisk anvendelse af elektrokemiske målemetoder.
Metallurgens Værktøj, p. 177. Dansk Metallurgisk Selskab 1971.
2. Maahn, E: Potentiostatisk målinger af støbejerns korrosionsforhold i koncentreret svovlsyre.
Dansk Kemi, 47, nr. 9 (1966).

Anden litteratur i tilknytning til emnet

- Poole, J.S. & H.E. Bacon: Monitoring Cooling Water Systems.
Materials Protection & Performance, 11, nr. 3, p. 21 (1972).
- Alvis, R.L.: Comparison of Water flood Corrosion Detection and Monitoring Devices.
Materials Protection & Performance, 8, nr. 2, p. 39 (1969).
- Every, R.L. & W.P. Banks: Reference Electrodes in Acid and Base Systems.
Corrosion, 23, nr. 6, p. 153 (1967).

KAMPEN MOD KORROSION

føres med mange våben

VARMFORZINKNING

er et af de vigtigste

Brug dette våben rigtigt – rådfør Dem med varmforzinkerne!

„Varmforzinkning som Korrosionsbeskyttelse”

udgivet af Foreningen af Danske Varmforzinkere i 1969

kan rekvireres gratis hos foreningens sekretariat

c/o A/S N.K.T., 5500 Middelfart, eller hos foreningens medlemmer:

Aalborg Galvaniserings- og Metalliseringsanstalt	Aalborg
A/S Blika	Esbjerg
Dansk Galvaniseringsanstalt, D.G.A. A/S	Herlev
Ferritslev Jernvarefabrik A/S	Ferritslev/Fyn
A/S Fredericia Galvanisering	Fredericia
A/S Fyens Galvanisering	Odense
Københavns Galvaniserings Anstalt A/S	Hvidovre
Herning Galvanisering A/S	Herning
J. Chr. Jensens Galvaniserings Etabl. A/S	København S
Chr. Løgstrup, Jydsk Galvaniseringsanstalt	Randers
Nakskov Skibsværft Akts.	Nakskov
A/S Peder Nielsen	Brønderslev
A/S N.K.T.	Middelfart
Nordvestjydsk Galvaniseringsanstalt	Holstebro
Næstved Galvanisering K/S	Næstved
Skandinavisk Rørfabrik A/S	Horsens
K. Bastrup-Birk A/S	Birkedal