

ni povas pli firme fidi pri la rotacia periodo de Plutono, ol pri la rotacia periodo de la kompare pli proksima planedo Venuso.

Plutono ne povas ne esti malgajega mondo. Se ĝi havas marojn, ili estas maroj de metano aŭ de ia simila substanco, — certe, ne akvo. La suno aspektus kiel eta lumpunkto, kvankam ĝi tamen aspektus multe pli brila, ol por ni aspektas la plena luno. El la planedoj nur Neptuno estus iom elstara ĉe la Plutona ĉielo; Urano estus videbla en favoroj okazoj, sed la Teron kaj ĝiajn najbarojn oni povus neniam vidi. Mapoj pri la suna sistemo ofte donas erarigan impreson, pro kio estas notinda ke la orbito de Urano estas proksimume dounovoje inter la Tero kaj Plutono.

Kiam *Lowell* unue komencis serĉi tion, kion li nomis »Planedo X«, li kredeble apenaŭ povus kompreni, kiom multe da diskutoj li per tio kaŭzos. Kvankam Plutono estas tiel malhela kaj malproksima, ĝi estas interesege; kaj ĝis nun ni ne povas pretendi, ke ni solvis iujn el la ĉefaj misteroj, kiuj akompanas ĉi tiun solecan mondeton ĉe la ekstrema limo de la regno de la Suno.

620.193.2 : 620.197.6 : 669.136.96 : 669.146.96

PROTEKTADO DE FERRO PER FARBO ¹⁾

(de D-ro W. J. Nijveld)

Ekzistas jam vasta fakliteraturo pri la temo »korodo« kaj pri la metodoj por protekti feron kontraŭ tiu atako. Komence de 1960 aperis nova eldono de la famkonata »Evans« (lit. 1); ĝi nun ampleksas 1094 paĝojn. Sed ĝi ne estas la sola ĝenerala verko pri korodo; ekzistas pluraj aliaj. Kaj krome aperas la fakjurnaloj; en la kampo de la farboj ne malpli ol duoncento, kiuj regule enhavas artikolojn pri korodo; kelkaj ĵurnaloj eĉ estas dediĉitaj ekskluzive al tiu temo.

Oni povas konkludi ke ne estas eble en parolado trikvaronhora supervidi la terenon kaj prezenti tute novajn aferojn pri ĝi. Mi do devas fari elekton kaj evidente mi elektos tion kio ŝajnas al mi plej grava kaj interesa kio pleje tuŝas la principan flankon de la fenomenoj. Sed oni ne senluziĝu se mi ne povos priparoli plurajn detaltemojn. Ekzemple pri putkorodo (*»pitting«*) dratforma korodo (*»filiform corrosion«*), bakteria kaj metasomata korodo mi ne parolos.

Ĉar la titolo de la parolado tekstas: protektado de ferro per farbo, mi ĉiam direktas min al la demando: kiel oni povas mezuri la »kvaliton« de la protekto, kaj de kiuj faktoroj ĝi dependas?

»Kvalito« de la protekto proksimume egalvaloros kun »daŭro de protektado«. Antaŭ ol ni pli precize difinos kion ni volas indiki per »protektodaŭro«, ni jam nun povas konstati ke jenaj faktoroj influas ĝin:

I. la bazo

II. la surfaco

III. la kovra tavolo

IV. la estonta medio

Per (I), la bazo, ni celas la objekton (laŭ kemia konsisto kaj laŭ fizikaj ecoj), kiun oni deziras protekti. La surfaco (II) fakte estas parto de la bazo (I), sed ni notas ĝin aparte, ĉar ĝuste la surfaco ofte diferencas de la cetera parto de la maso; ofte tie akumuligatas ankaŭ frem-

¹⁾ Traduko de parolado antaŭ la *Bond voor Materialenkennis* (Asocio por Materialsocio) la 13-an de majo 1960 en Utrecht, Nederlando.

daj substancoj, malpuraĵoj ktp. Per (III), la kovra tavolo, ni indikas la protektan farbon, aŭ la tutajn de la farbtavoloj (en la praktiko oni plejofte parolas pri »farbsistemo«) La estonta medio (IV) ĝenerale estas la ĉirkaŭanta atmosfero, sed ankaŭ aliaj medioj, ofte kemiaĵoj, devas esti konsiderataj.

Ĝis nun ŝajnas eble konsideri la »protektodaŭron« kiel specon de funkcio matematike dependanta de la kvar menciitaj faktoroj, kaj starigi ian formulon esprimantan kiom da jaroj la protekto povas daŭri. Sed ni baldaŭ devas forlasi tiun iluzion se ni klopodas pli precize pri-skribi tiujn kvar faktorojn. Montriĝas ke ni jam tuj povas distingi ĉe ili kemiajn kaj fizikajn ecojn. Tiel la kvar ĉaptiroj de nia parolado jam dividiĝas ĝis ok, kaj tia estu la sinsekvo de la temoj priparolataj.

Ni do komencu per:

I-A. Bazo; kemia konsisto.

La parolado limiĝas al fero; tiu metalo estas preskaŭ ekskluzive uzata en la formo de ŝtalo (kiel oni scias: karbonhava fero, karakterizata de ĝiaj teknologiaj ecoj). Tamen ŝtalo ekzistas en pluraj varioj, kiuj ne egalas rilate la emon rusti. La demando estas ĉu tiuj diferencoj ankoraŭ ekzistas se la fero estas pentrita. Ĉar la opinioj de diversaj aŭtoroj pri tio difrenkas, la angla korodokomisiono sub Hudson (lit. 2) pritraktis tiun temon. Hudson rimarkigis ke la nocio »protektodaŭro« estas diversmaniere interpretata. La angla komisiono konsideras ĝin kiel la tempodaŭron ĝis la apero de 0,1% da rusto sur la surfaco. Tio eble ŝajnas malmulta, sed oni pripensu ke 0,1% signifas ke sur 1 dm² tiam estas jam meznobre 10 rustpunktoj de 1 mm². Se la kotŝirmilo de via aŭtomobilo aŭ biciklo tiel aspektas, la tempo estas veninta por riparado. Ŝajnas do ke tiu 0,1% estas akceptebla mezuro por la nocio »protektodaŭro«. La Nederlanda korodokomisiono IV-A akceptis similan kriterion; ĝi parolas pri »tempodaŭro de sendifekteco«; (lit. 3) ĝi konsideras ĝin kiel la ciferon 4½ de la Germana rustoskalo (DIN-DVM 3210), Tio estas jam iom pli ol la 0,1% de la angloj. Laŭ la angla komisiono la protektodaŭro, kiel supre difinita, malmulte dependus de la kemia konsisto de la ŝtalo. Aliaj kaŭzoj do devus determini la aperon de tiu unu 0,1% da rusto. Tamen ne por ĉiuj kazoj ilia konkludo plene validis; restas ia dubo.

En la praktiko oni tamen ofte juĝas enpli postaj stadioj de korodiĝo. En tiu kazo la kemia konsisto de la kazo ne plu estas indiferenta; ĝi kontraŭe, determinas la bildon de rustado.

Oni ekzemple povus konsideri la tempodaŭron ĝis 50% da rusto tiam oni ofte parolas pri »vivodaŭro« anstataŭ »protektodaŭro«. En tiu kazo oni venas al jena komparo (prenita el kelkaj fontoj)

	apero de certa kvanto da rusto (nepentrita)	»vivodaŭro« (jaroj) (pentrita)
malta karbona ŝtalo	1	1
kupra ŝtalo (0,2% Cu)	3	2
malalt — % alojita ŝtalo	6-10	5

En Nederlando la ordinara karbonŝtalo estas la kutime uzata; la aliaj estas pli multekostaj. Ĉar tamen la kostoj de laboro ĝenerale estas grave pli altaj ol kostoj de materialo, oni tamen demandas sin, ĉu ne estas preferinde elekti pli korodorezistan materialon, por ŝpari postan koston de bonteno. Mi ne volas respondi al tiu demando, ĉar metal-ĉaptuloj pli bone povas prijuĝi ĝin. Rilate la kvaliton de la farbo oni tamen povas fari similan demandon; ĝin mi pritraktos je la fino.

I-B. Bazo: fizikaj ecoj.

Pri la rilato de tiuj ecoj al la protektodaŭro oni povas diri nur malmulten konkretan. Estas sciante ke ekzemple korodo aperas ĉe kristallinoj kaj ke streĉoj kaj laciĝofenomenoj ludas rolon ĉe la korodo. Inverse korodo influas la laciĝon de metaloj (angle: *corrosion fatigue*). Ni ne pritraktos tiujn fenomenojn ĉi tie.

II-A. La surfaco; kemiaj ecoj.

Ni pensas pri la ĉeesto de substancoj kiuj ne apartenas al la materialo de la bazo.

Nedezirataj substancoj estas oksidoj kaj malpuraĵoj de alia origino. Ili preskaŭ ĉiu artikolo oni renkontas la konatan serion: graso, salo, polvo, rusto kaj lamnigskorio²), kaj ĉie denove oni akcentas la gravecon fari tiujn malpuraĵojn antaŭ ol pentri. Ni do nun silentu pri tio. La terigo ĝenerale ne estas ŝatata laboro, sed la »frappez toujours« ŝajnas komencas havi iom da efiko. En grandaj entreprenoj oni almenaŭ atentigas tiun punkton.

Dezirataj substancoj estas la moditoj intence almetitaj, ekz. la fosfatitaj tavoloj. Pri ili temas alia parolado la saman tagon; pro tio mi ne pritraktos ilin ĉi tie.

Rilate la influon de la nedezirataj substancoj je la protektodaŭro mi desiras min al kelkaj rimarkoj. Unualoke ili povas efiki je adhero de la farbtavolo sur la bazo. La adhero ja estas fenomeno dependanta de la surfacaj fortoj kaj fremdaj substancoj, ekz. graso sur la surfaco do nepre influas ĝin. Se la objekto estas mergita sub akvo (ekz. la subo de ligno, ankaŭ la ŝvelo de la farbtavolo ludas rolon, kiel montris Brun t

A: mill scale, G: Walzhaut; F: oxyde de battiture, scorie de laminage (popolare ankaŭ: calamine), N: walshuid. Aliaj eblaj tradukoj: rulmuela kasto (krusto), kalandra skorio?

(lit. 4). Rompo de la adhero komenciĝas en la formo de veziketoj; tio ankoraŭ ne bezonas signifi finon de la protekto. Ĉe zinkkromataj farboj ekz. oni trovas en la veziketoj likvaĵon kun solvita kromato, kiu efikas inhibe³⁾. Se do ne ekzistas damaĝaj fortoj, la maladhero en formo de vezikoj ne tre gravas. Sed se erodaj aŭ aliaj damaĝaj fortoj efikas, la loka maladhero povas esti la komenco de kompleta malfiksiĝo. En tiu kazo oni do povas eventuale kulpigi la personojn kiuj ne akurate purigis la surfacon antaŭ la pentrado.

Ankaŭ se tiuj substancoj ne malpliigas la adheron, ili tamen ĝenerale efikas malfavore al la protektodaŭro. Tio estas klarigebla per la elektrokemia teorio de la rustado laŭ Evans. Rustado nur okazas se ekzistas ponto inter anodaj kaj katodaj lokoj sur la fersurfaco. Farbtavolo rompas tiun kontakton sed malpuraĵoj inter farbo kaj fero ofte ne rompas, sed starigas ĝin.

Pri la **metodoj de purigado** ni ĉi tie ne detalos. Ni nur montros bildon 4 prenitajn el publikaĵo de Hudson (lit. 5), kiu montras la efikon de la diversaj purigaj metodoj je la protektodaŭro de la poste aplikita farbo. La metodoj estas jenaj: sabloŝprucado, mordumado («pikli», A: *pickling*), flampurigo fosfatcida »lavado« broso (per ferdrata broso), kaj nenia purigo. Sur la ordinato en la origino oni vidas la protektodaŭron de certa farbsistemo: oni vidas ke purigado per sabloŝprucado aŭ per mordumado (piklado) donas elstaran protekton. Lasi tia kian oni ricevis ĝin (t. e. kun ankoraŭ nedifektita krusto) donas relative nemalbonan rezultaton. La tuta bildo tamen ŝanĝiĝas se oni konservas la ferplatojn kelkajn monatojn antaŭ ol apliki la purigajn metodojn. Tio estas montrita en la bildo per sinsekvaj ordinatoj en punktoj sur la absciso, kiuj indikas la tempon de konservado antaŭ ol la traktado okazas. Oni vidas ke ekz. sabloŝprucado ĉiam donas proksimume la saman rezultaton. Se oni tamen ne traktas la feron, la lamenigoskorio iom post iom rompiĝas kaj kompare kun nedifektita skorio; ĝi estas eble unu-du jaroj, dum post bona purigado protektodaŭras eble 10 jarojn.

Tiuj ĉi eksperimentoj temis pri ekspono al la atmosfero. Sub akvo la rilatoj ne estas precize la samaj, tamen similaj, kiel montris Hudson, Stanners kaj Miller (lit. 6).

Pentri sur nedifektitan lamenigoskorion estas nerekomendinde. Kvankam la grafikaĵo ŝajne indikas sufiĉe bonan protektodaŭron, oni pripensu ke sur uzataj konstruaĵoj ĝi iom rompiĝas pro vibroj ktp. Rompita krusto estas tre malfavora, ĉar la kreviĵoj estas anodaj dum la cetero estas katoda; la korodo koncentriĝas en la malgranda surfaco de la kreviĵoj.

³⁾ T inhibi: *to inhibit*; simile en aliaj lingvoj: bremsi, malrapidigi iun efikon (ĉi tie la korodiĝon)

II-B. Surfaco; fizikaj ecoj.

Plej grava estas la malglateco (krudeco, aspreco). Neebena surfaco signifas ke la farbtavolo ne havas egalan dikecon; la malpli dikaj lokoj firmas malpli bone. Sabloŝprucado donas tre malevenan surfacon; la pintoj kaj valoj diferencas kelkfoje je pli ol 50 mikronoj. Tio estas pli ol la dikeco de unu sola farbtavolo. Oni vidas ke tiamaniere facile povas ekesti malfortaj lokoj en farbtavolo. Ĉar sabloŝprucado en kelkaj landoj estas malpermesita, oni transiris al aliaj ŝprucmetodoj, ekz. ŝtaleto ŝprucado. Tio povas doni eĉ pli aspran surfacon, kaj okazis raportita ke farbsistemo, kiu ĉiam kontentigis, subite estis nesufiĉa pro la fakto ke ĝi ne bone plenigis la »valojn« (Marpon, lit 7).

III. La farbsistemo.

Ni jam diris ke laŭ la elektrokemia teorio de Evans la farbtavolo efikas kiel rezistajo inter anodaj kaj katodaj lokoj sur la surfaco. La elektra kurento do fariĝas tre malforta. Ĉi tiel ekzemple efikas la bitumaj kontraŭkorodaj tavoloj. Aliaj farboj ĝenerale enhavas ankoraŭ specialajn substancojn, kiuj montras iun kemian efikon kiu bremsas la korodon. Estas la konataj inhibaj (kontraŭrustaj) pigmentoj, kiaj plumba minio, zinka kromato, kalcia plumbato, plumba cianido, ktp. La kemia efiko kaŭzas ian polarizon de la anodoj aŭ de ambaŭ. Por ke pigmento povu tiel efiki, estas necese, ke ĝi povu atingi la fersurfacon; ĝi do devas iomete solviĝi. En bitumaj ligiloj ili ne solviĝas, kaj pro tio ili tie ne povas montri sian kontraŭrustan povon.

Kio estas la kemia bazo de la inhiba efiko, dependas de la uzita substanco. Plumbaj pigmentoj (ekz. minio) efikas ĉefe per anoda polarigo verŝajne ili formas tavolojn da plumba-fera-hidroksido. Kelkaj aŭtoroj (d'Ans, lit 8) asertas ke ili ankaŭ efikas je la katodo, formante bazajn plumbokombinaĵojn. Ŝajnas do ke la kaŭzoj de la inhibo ankoraŭ ne estas tute klaraj.

Ĝis nun ni parolis nur pri korodo en atmosfera medio. Kvankam la preparolado de la medio sekvas sub IV, ni jam nun devas rimarkigi, ke aliaj medioj postulas aliajn protekto-mekanismojn ol la supre nomitan. En kemia atakema medio ofte la ligilo de la farbo estas atakata. En tiu kazo la protektopovo do estas afero de kemia rezisto. Bitumaj estas ekzemplo de kemia rezistaj materialoj, sed en la lastaj dek jaroj nia arsenalo de rezistaj materialoj grave plivastiĝis. (En la parolado estis montrata ferplato kovrita per epoksi-rezina farbo, elmetita dum duona jaro al 20-%-sulfata acido. Tra poroj ĉe la randoj la acido estis penetranta al la fero, kiu estis solvita, dum la farbtavolo restis nedifektita.)

Oni rimarkis se sub III ni samtempe pritraktis kemiajn kaj fizikajn ecojn. De la kemiaj ecoj ni povas ankoraŭ mencii la laŭvolumenan proporcion pigmento: ligilo, kiun mi ĉisube indikos per »pig-

menta koncentriteco». Ĉe difinita pigmenta koncentriteco ni vidas fortan plialtiĝon de la traireblo (»permeableco«), kiel montris Asbeck kaj van Loo (lat. 9). Plejofte tio estas akompanata de malpila protekto kontraŭ rusto. Estas do grave ke oni atentis pri tiu pigmenta koncentriteco en la farbformulo. Ni preteriras la diversajn eksperimentojn, kiujn ni faris tiurilate. Nur unu observon ni menciis. Kiel kutime, ni faris laboratorijan provojn laŭ diversaj manieroj: en salŝpruca ŝranko, per mergado en akvo, kaj ankaŭ per ordinara elmeto al la atmosfero sur la tegmento. Ni plurfoje observis ke la paraleleco de tiuj provoj povas esti mankhava, precipe en la regiono de la kriza pigmenta koncentriteco.

De la fizikaj ecoj de la kovra tavolo ni unualoke devas nomi ĝian **tavoldikecon**. Estas konate (i. a. el la laboroj de la Korodokomisiono IV-A) ke unu farbtavolo protektas multe malpli bone ol du: la proporcio tamen ne estas 1:2 sed eĉ 1:1! Eksperimentoj ĉe kiuj oni elmetas unu farbtavolon, por ekscii baldaŭan rezultaton, do havas nur duban valoron, precipe se tiu tavolo montras penikostrekojn, kie evidente estas diferencoj en tavoldikeco. En la »valoj« la rusto unue aperas.

Poreco estas alia multe priparolita fizika eco, kiu gravas por la protekto. Eksperimentoj de Mayne (lit. 10) montris ke la poroj plejofte havas negative ŝargitajn vandojn; ili tralastas pozitivajn jonojn. Mayne tamen ankaŭ studis ligilojn kun pozitiv-vandaj poroj. En tiu kazo ekz. kloridaj jonoj estas tralasataj kaj tiuj forte akcelas la rustadon. La rusto tiam formiĝas sub la farbtavolo.

Laŭkvantaj eksperimentoj pri poreco tamen estas tre malfacilaj; ni do devas limigi nin al la kvalitaj konstatoj.

Pluraj aŭtoroj sin okupis pri la **elektra rezisto** de la farbtavolo. Ĉi tiu malpliĝas ĉe mergo de la tavolo sub akvo; la kondukta povo do plialtiĝas. El la ŝanĝiĝo de tiu grandeco en la daŭro de la tempo oni povas derivi la laŭgradan detruigiĝon de la tavolo, kaj per tio ankaŭ la komencon de la rustado. Tiuj eksperimentoj ne necese devas montri paralelecon kun la konduto en la atmosfero. Tamen ili devas esti konsiderataj kiel grava kontribuo al nia scio pri la protektoproblemo.

IV. Medio.

Kelkaj **fizikaj influoj** estas: **erodo**, **radiado** kaj en kelkaj okazoj ankaŭ la **temperaturo**. Priparolado de tiuj influoj signifus apartan studon; la donitaĵoj por tio estas nur fragmente troveblaj kaj pro tio ni ĉi tie devas preteriri ilin. Tamen kelkaj aferoj estas nepre aktualaj: oni ekz. serĉas farbojn kiuj devas esti rezistaj kontraŭ la radioaktiva radiado en reaktoraj haloj.

Al la **kemiaj influoj** apartenas la ĉiutagaj, kiel malsekaĵo, oksigeno, industriaj gasoj, sed ekzistas ankaŭ pli subtilaj, el kiuj ni donas ankoraŭ ekzemplojn. Tamen unue ankoraŭ ion pri la »ordinara« atmosfera korodo.

En Ameriko oni mezuris la korodemon en diversaj lokoj en la lando. Bildo 1. donas la rezultaton en la formo de t. n. »mapo laŭ korodemo«. Ankaŭ por aliaj lokoj sur la tero la korodemo estas proksimume konata (bildo 6 el lit. 10). En Sheffield (Anglujo, fabrika regiono) ekz. ĉiujare 100 mikronoj (0,1 mm) de la surfaco transformiĝas en rusto. Tio estas pli ol po 1 kg je m² en jaro. En lokoj situantaj je tropika marbordo (Lagos, Nigero), tiu cifero estas ankoraŭ pli alta.

Por Nederlando oni havas donitaĵojn pri kvin lokoj: Lutterado (Limburgo), Ŝtata Minejo Emma (Limburgo), Altfornoj (Ijmuiden, Nord-Holando), Leiduin (apud Hago, kaj Weurt (apud Nijmegen) (lit. 3). La korodemo, kaj multe pli da donitaĵoj estus bezonataj rilate tion.

rodo estas tre grandaj; la ekstretoj rilatas kiel 15:1: Ĉi tiuj eksperimentoj estas faritaj per pentritaj platoj (la amerika korodo-mapo rilatas al nefarbita fero). Ni vidas kiel malfacile estas se oni deziras ian garantion por farba laboro. Oni nepre devas kalkuli kun la loka korodemo malpliĝas laŭ la ĉi supra sinsekvo. Tamen la diferencoj en ko-

Nun ankoraŭ kelkaj ekzemploj pri **subtilaj influoj** kun grandaj sekvoj.

Unue pri la **pozicio** de la provsurfaco. Korodokomisiono IV-A (lit. 3) konstatis ke la suba flanko, kie la efiko de malsekaĵo estas pli longdaŭra ol sur la supra flanko, rustas proksimume du foje tiel rapide. Siavice la horizontala supra surfaco rustas proksimume du foje tiel rapide kiel la oblikva faco, je angulo de 45° al la sudo. Tiuj proporcioj kompreneble estas neprecizaj, kaj en diversaj lokoj ne egalaj. Tamen ankaŭ tio jam pravas kiel malfacile estas veni al ia garantio por protektodaŭro. Ĝi ankaŭ donas malfacilaĵojn por la bontenaj servoj de entreprenoj. Povas esti ke iuj flankoj jam bezonas repentradon, dum aliaj partoj estas ankoraŭ sendifektaj.

Ankoraŭ alia subtila ekzemplo. Mayne (lit. 11) konstatis ke pentrado en decembro donas malpli bonajn rezultatojn ol pentrado en julio. Analizo montris ke en decembro la enteno je sulfura dioksido en la atmosfero estas pli alta ol en junio, kaj ke formiĝas iom da sulfito (eventuale sulfato) sur la fero. Se oni pentras sur tiu surfaco, troviĝas rustakcela substanco sub la farbtavolo (dum la parolado estis montrataj du platoj). Ambaŭ estis en januaro per broso senigitaj de rusto. Unu estis laŭ pentrita per minio. La alia estis unue elmetita dum unu tago al atmosfero de SO₂, kaj poste miniita.

Post tio ambaŭ estis eksponataj al la atmosfero sur la tegmento, laŭ la ordinara metodo. Nun, post tri monatoj, montriĝas trafa diferenco: la lasta tute perdis sian adheron, kaj per unu streko oni povas deŝiri ĝin de la bazo, dum la unua restas ankoraŭ bone fiksita sur ĝi! — La eksperimento estis farata dum la parolado.

Kiel lastajn ekzemplojn de la temo »medio« ni priparolos du kazojn: kiuj estas aktualaj en la nuna tempo, nome la »katoda protekto« kaj la »veldado«.

Medio kun katoda protekto.

Kiel oni scias, oni povas preventi la korodon, farante la fero kato- do. Tion ĉi oni povas efektiviĝi, laŭ du manieroj: 1. metante kontraŭe de la fero alian metalon (plejofte zinkon, magnezion aŭ aluminion) kiu estas pli oksidigema, kaj kiu (se ĝi estas en kondukata kontakto kun la fero) sin oferas; 2. per ekstera potencialo, kiu zorgas por »altrudita kuren- to«. Ambaŭ sistemoj estas aplikeblaj nur en kondukata medio, ekz. marakvo. La lasta estas vaste aplikata de la Koninklijke Rotterdamse Lloyd⁴⁾ laŭ la iniciato de inĝ. E. V o s ŝ n a c k (lit. 12).

Tamen necesas pentri la fero; se ne, la konsumo de kuren- to multe tro alta. Montriĝas nun, ke en tia »medio« ordinaraj farboj baldaŭ fiaskas, ĉar la surfaco de la fero (estante nun katodo) akumulas OH- jonojn, kiuj efikas sapige⁵⁾ je la farbo. Precipe ĉe uzado de magneziaj anodoj oni konstatas baldaŭan formadon de vezikoj, kaj malfiksiĝo de la farbo.

La rimedo estas klara: oni devas uzi farbojn kiuj estas nesapigeblaj, kiuj bone adheras (pura surfaco!), kaj kiuj absorbas malmultan akvon. Montriĝas ke sufiĉa tavoldikeco estas grava. Kontentigan konduton mon- tras farboj sur bazo de klorokauĉuko, multaj bitumoj (ankaŭ kombinoj kun epoksi-rezinoj), kaj vinilaj derivaĵoj. En freŝdata studo de K o e - n e c k e (lit. 13) estas menciata supera ligilo, nome ia butoksi-rezino, pri kiu detaloj ankoraŭ mankas. Ĝi povus elteni eĉ potencialojn de 135 voltoj.

Ni limigu ini tiuj ĉi kelkaj faktoj; oni tamen konsciu ke la esplo- ro sur tiu ĉi kampo ankoraŭ daŭras.

Veldokonstruaĵoj.

Temas pri konstruaĵoj kies partoj (platoj, traboj, ktp.) devas esti kunigataj per veldado. La antaŭa praktiko estis ke la partoj, kovritaj de rusto aŭ lamengoskorio kuŝas dum certa tempo sur la laborloko, kaj la kunigo oni purigas ilin por pentrado. Estas evidente ke traktado tuj nur post alveno sur la laborloko estas preferinda. Diversaj ŝipfarejoj nun jam posedas apartajn kabinojn por ŝtalspruc-purigado. Necesas ke tuj post la purigado la platoj (ktp) ricevu tavolon de farbo. Tia farbo tamen devas plenumi specialajn postulojn; ĝi devas rezisti dum certa tempo al mekanika damaĝo, ĝi devas ŝirmi kontraŭ rustiĝo, ĝi ne devas grave karbiĝi ĉe varmtraktado (ekz. streĉado) kaj fine ĉe veldado ĝi ne devas

⁴⁾ Nederlanda Ŝiptrafika kompanio

⁵⁾ hidrolize

ellasi nocajn gasojn aŭ iel ajn malutili al la fortikeco de la veldo, ekz. de postuloj, kiuj devas esti aparte studataj kaj kiuj grave limigas la pro enfermiĝo de gasoj aŭ aliaj nedezirataj elementoj. Jen granda aro eblojn de materia realigo. Grave i. a. estas ke plumbaj pigmentoj ne povas esti uzataj (kvankam ili estas la plej bonaj kontraŭkorodaj pig- mentoj); ili eligas venenajn gasojn dum la veldado (lit. 14).

Ekzistas tamen bonaj realigaĵoj, pri kies konsisto ni ankoraŭ ne po- vas doni detalojn. Sufiĉu ke la aplikado laŭ la priskribita procedo estas en stadio de evoluo.

Fine ni faru ankoraŭ malgrandan kalkulon pri la **kostoj de pro- tektado**.

Tiuj ĉi konsistas el kostoj de materialo kaj kostoj de laboro; nomu ilin resp. M kaj L. Supozu ke iu sistemo protektas 10 jarojn; tiam la

kostoj kalkulitaj por unu jaro estas: $\frac{M+L}{10}$

Supozu nun ke oni ekuzas pli bonan materialon, per kiu oni povas protekti 11 jarojn. La kostoj de aplikado (laboro) estas (plejofte) la samaj kiel antaŭe, do ankoraŭ L. Sed M povas esti iom pli granda; oni povas demandi, kiom oni rajtas plipagi. Nu, la numeratoro 10 fariĝis 11, do se ankaŭ la denominatoro fariĝus 10% pli granda, oni havus nenium avan- taĝon. Se ĝi restas sub tiuj 10%, oni havas avantaĝon. Ĝenerale L estas pli granda ol M. Dependas de la speco de la laboro aŭ objekto, kiom estas la proporcio; ĝi povas varii inter ekz. 5 : 1 kaj 1 : 1. Ni supozu mez- nombre L = 3 M. La jara kosto $\frac{4M}{10}$ nun fariĝas $\frac{4,4M}{11}$ kaj de la deno- minatoro oni povas ree subtrahi L = 3 M; restas 1,4 M por la kostoj de la nova, pli bona materialo. Estas do surprize, ke plilongigo de la pro- tektodaŭro de 10 al 11 jaroj permesas maksimuman plialtigon de la materialkostoj per 40%!

Ofte oni aŭdas: la bontenado kostas tiom da mono; ni do klopodu ŝpari je la materialo. Tiu eldiro devus esti inversigata: ni klopodu trovi pli bonan materialon; ĝi povas esti multekosta, se ni nur gajnas en daŭro de protekto!

L I T E R A T U R O

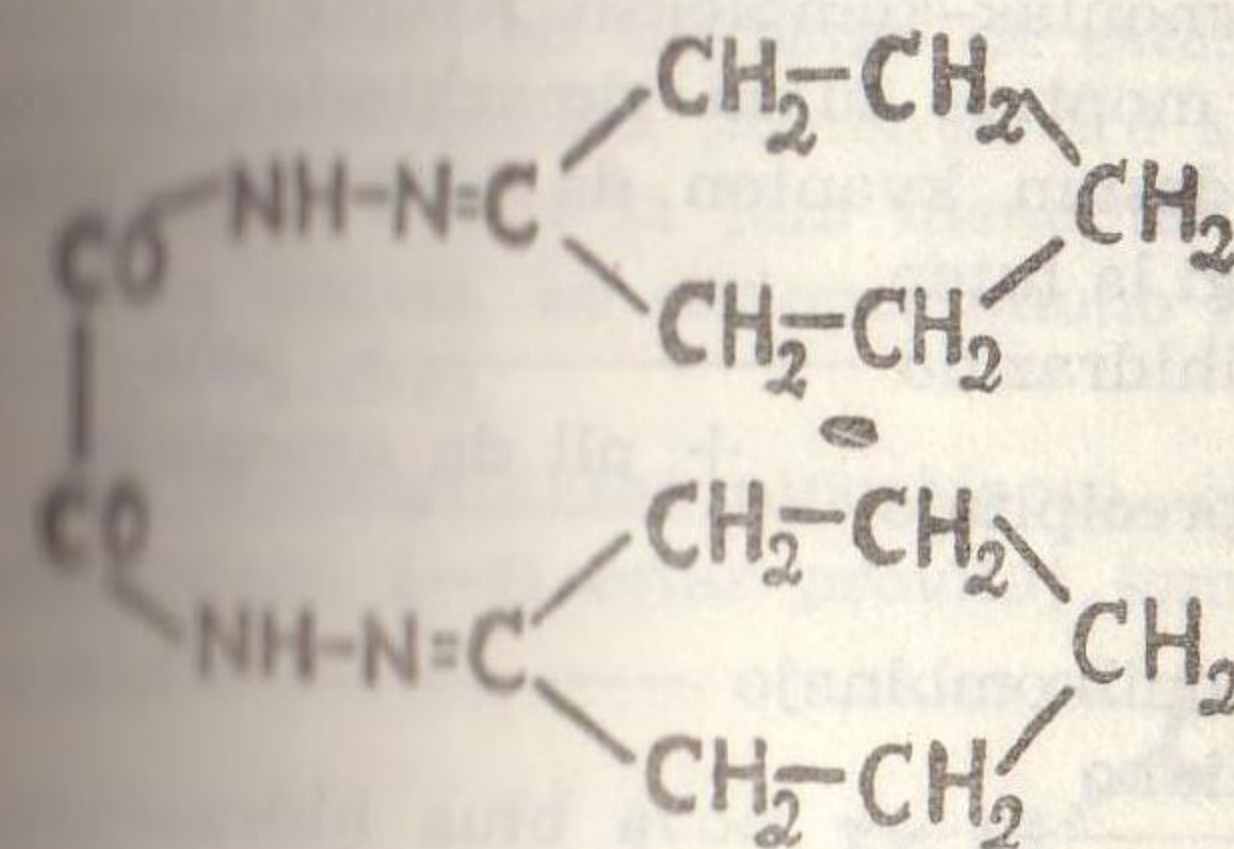
1. EVANS, U. R., The corrosion and oxidation of metals (1959)
2. HUDSON, J. C., Trans. Inst. Met. Finishing, (1953), 29 (advance copy)
3. Centraal Instituut voor Materiaalonderzoek (C. I. M. O.), Delft, Mededeling no. 19 (1939), 26 (1949); Metaalinstituut T. N. O. (Delft), Mededeling no. 57 (1958);

4. BRUNT, N. A., Verfkroniek (1960), 33, 93
5. HUDSON, J. C., Schweiz. Archiv (1958), 46
6. HUDSON, J. C., J. F. Stanners and A. G. B. Miller, The surface preparation of ship plate (outer bottom painting) for painting. Paper read before the Institute of Naval Architects, Jan. 1959.
7. Comptes Rendus, 2-ième Congres FATIPEC, Noordwijk, eldonajo de Vereiniging voor Verf- en Vernisresearch (V. V. V. R.), Amsterdam. Parolado de R. Marpon, blz. 30.
8. d'Ans, J. und H. J. Schuster, Farbe und Lack 61, (1955), 456.
9. Asbeck, W. R. and M. van Loo, Ind. Engg. Chem. (1949), 1470.
10. Mayne, J. E. O., Journal O. C. C. A., 40 (1957), 183.
11. British Iron and Steel Research Association (B. I. S. R. A.), The Fight against Rust (1952).
12. Vossnack, E. en J. H. Visscher, Schip en Werf, 24 (1957) 31.
13. Koenecke, D. F., Off. Dig. 32 (1960), 71
14. Sloof, G. W., Bedrijf en Techniek 13 (1958), 748.

547.5 : 541.124

**PRI LA UZO DE OKSALILHIDRAZIDO KIEL REAGILO POR CERTAJ
KARBONILKOMBINAĴOJ
(De Gustav Nilsson, Svedio)**

Oksalilhidrazido, la dihidrazido de oksalata acido, $H_2N.NH.CO.CO.NH.NH_2$, montras plurajn interesajn kvalitojn. Jam Curtius (1), estante la unua, kiu preparis ĝin, trovis, ke ĝi facile reagas kun aldehidoj kaj ketonoj donante normalajn dihidrazonojn. Nur malmultaj tiaj hidrazonoj estis poste priskribitaj, ĝis kiam antaŭ iom da jaroj la nuna aŭtoro trovis, ke pluraj tiaspecaj kombinaĵoj montras la rimarkindan kvaliton de intense bluan koloron kun kupraj (II) saloj en malforte alkalaj solvaĵoj (2). Studinte diversajn kombinaĵojn de tiu ĉi tipo, oni povis speciale rekomendi la cikloheksanon-derivaĵon



Bis-cikloheksanon-
oksalil-
dihidrazono, (*)

kiu konvenan reagilon por determini kupron laŭkvante (3). Kvankam diversloke troviĝas pluraj artikoloj pri la apliko de tiu ĉi metodo (4), ĝis nun tamen ne aperis priskribo kiamaniere utiligi la saman reagon por detekti karbonilkombinaĵojn. Bedaŭrinde la aŭtoro ne, havis kaj koleron ne havas eblon zorge prilabori tiun ĉi temon, sed esperante ke aliaj esploristoj troviĝas en pli favora situacio, li volas simple skizi la bazon de tiuj kolorreagoj kaj prezenti kelkajn provizorajn rezultojn.

Ni rigardu unue la fundamentajn reagojn en la sistemo oksalilhidrazido, kupra (II) salo kaj karbonilkombinaĵo. — Se oni aldonas kon-

(*) Por tiu ĉi reagilo la aŭtoro proponas la nomon »Kuprazono«.