

HODNOTENIE KORÓZNEHO POŠKODENIA

V r. 2001 vydal kongres USA správu podľa ktorej:

- priame korózne straty boli v USA v r.1980 - 2000 **276 mld. USD ročne, t.j. 3,1 % HDP.**
- pre porovnanie – ročné náklady na odstránenie škôd spôsobených prírodnými živlami ako sú napr. hurikány, tropické búrky, záplavy, požiare, mráz, suchá a pod. (deje na ktoré má človek nepatrný vplyv) predstavovali v danom období 17 mld. USD.

V r. 1980 – bývalé Československo – priame korózne straty predstavovali **15 mld. korún, čo bolo 3,13 % HDP.**

Korózia

- súhrn heterogénnych chemických a elektrochemických reakcií prebiehajúcich medzi povrchom kovu a okolitým agresívnym prostredím, ktoré vedú k čiastočnému alebo úplnému rozrušeniu kovu (znehodnoteniu materiálu).
- samovoľné znehodnotenie materiálu, spôsobené chemickým, alebo fyzikálnym pôsobením prostredia.
 - o pri chemickom pôsobení korózneho prostredia dochádza k chemickej reakcii materiálu s prostredím.
 - o pri fyzikálnom pôsobení dochádza k fyzikálnemu pôsobeniu prostredia, napr. korózia roztavenými kovmi, odparovanie. Rozrušovanie fyzikálnymi dejmi nazývame erózia, opotrebovanie, atď.



ovplyvňuje spoľahlivosť, bezpečnosť, ekonomiku prevádzky a výroby

Degradácia materiálu koróziou je definovateľná (aj kvantitatívne) pomocou **znakov znehodnotenia**.

Dôležitým príspevkom ku komplexnému pohľadu na koróznú problematiku je metalografický rozbor.

V oblasti prieskumu korózneho napadnutia umožňujú metódy svetelnej mikroskopie zisťovať predovšetkým **hĺbku, typ, charakter a spôsob jeho šírenia**.

Zároveň je možné posudzovať súvislosť mikroštruktúry a mikročistoty materiálu s koróznym napadnutím a tiež vhodnosť danej mikroštruktúry z hľadiska koróznej odolnosti.

Korózia sa prejavuje:

- o zmenou štruktúry materiálu;**
- o zmenou vzhľadu, pevnosti;**
- o hmotnostnými a rozmerovými úbytkami.**

K štruktúrnym charakteristikám ovplyvňujúcim koróznou odolnosť materiálu patria:

- chemické zloženie,
- spôsob rozloženia štruktúrnych zložiek, príp. morfológia precipitátu,
- stupeň deformácie zŕn, atď.

Druhy korózneho napadnutia sú rozlišované podľa intenzity a charakteru prenikania prostredia do kovu a porušovania jeho štruktúry.

Metalograficky sa korózne napadnutie hodnotí hlavne v prípadoch, kedy je požadovaná podrobnejšia analýza korózneho účinku.

Druhy a tvary korózneho napadnutia zistené na metalografickom výbruse sa porovnávajú so schémami, uvedenými v prílohe normy STN 038737, slúžiacej k metalografickému vyhodnocovaniu korózneho napadnutia kovov.

Metalografické hodnotenie

- o vzorky sa odoberajú z miest, kde bolo alebo vizuálne alebo pri menšom zväčšení zistené korózne napadnutie;
- o ak nie je miesto vizuálne zistiteľné, alebo ak bola korózia rovnomerná, odoberajú sa vzorky z funkčne dôležitých miest;
- o metalografické hodnotenie sa robí najmenej **na 3 miestach z tej istej vzorky**;
- o vzorky sa odoberajú tak, aby plocha výbrusu bola kolmá na skorodovaný povrch – **priečny rez**;
- o vzorky je potrebné dôkladne označiť, aby nedošlo k ich zámene;
- o štruktúra sa nesmie odoberaním poškodiť;
- o leptanie nesmie meniť charakter korózneho napadnutia;
- o výbrus sa hodnotí **pred** a po **naleptaní**.

Rozdelenie korózie

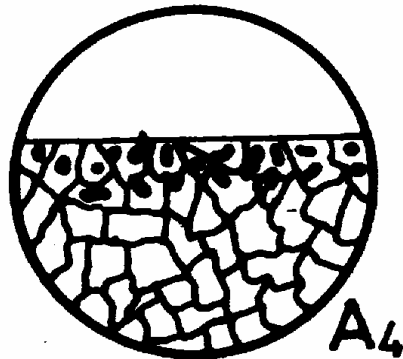
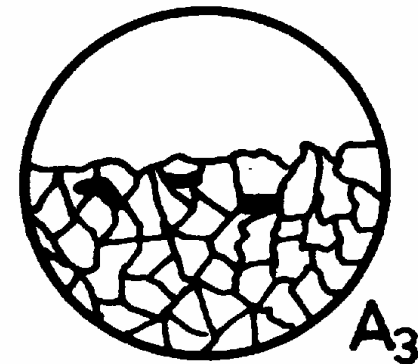
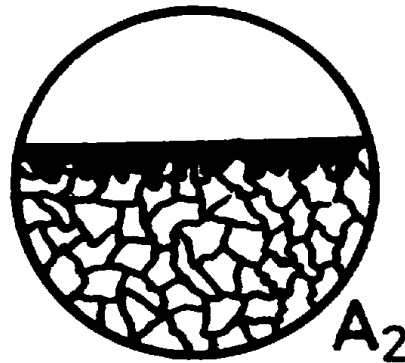
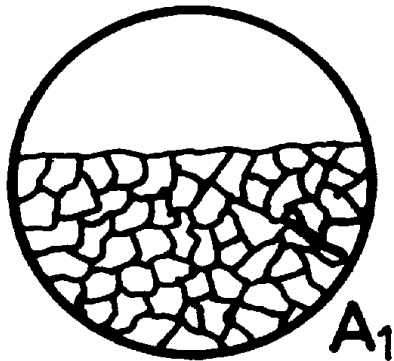
Podľa toho, ktorý z faktorov je dominujúci (materiál, prostredie, fyzikálne podmienky), rozdeľujeme jednotlivé druhy korózie:

- o podľa vzhľadu - korózia nerovnomerná a rovnomerná,
- o podľa mechanizmu - korózia chemická a elektrochemická,
- o podľa rozhodujúceho korózneho činiteľa - korózia pod napätím, korózna únava, korózne praskanie pod.,
- o podľa prostredia - atmosférická, vo vode, v plynoch, v pôde, atď.

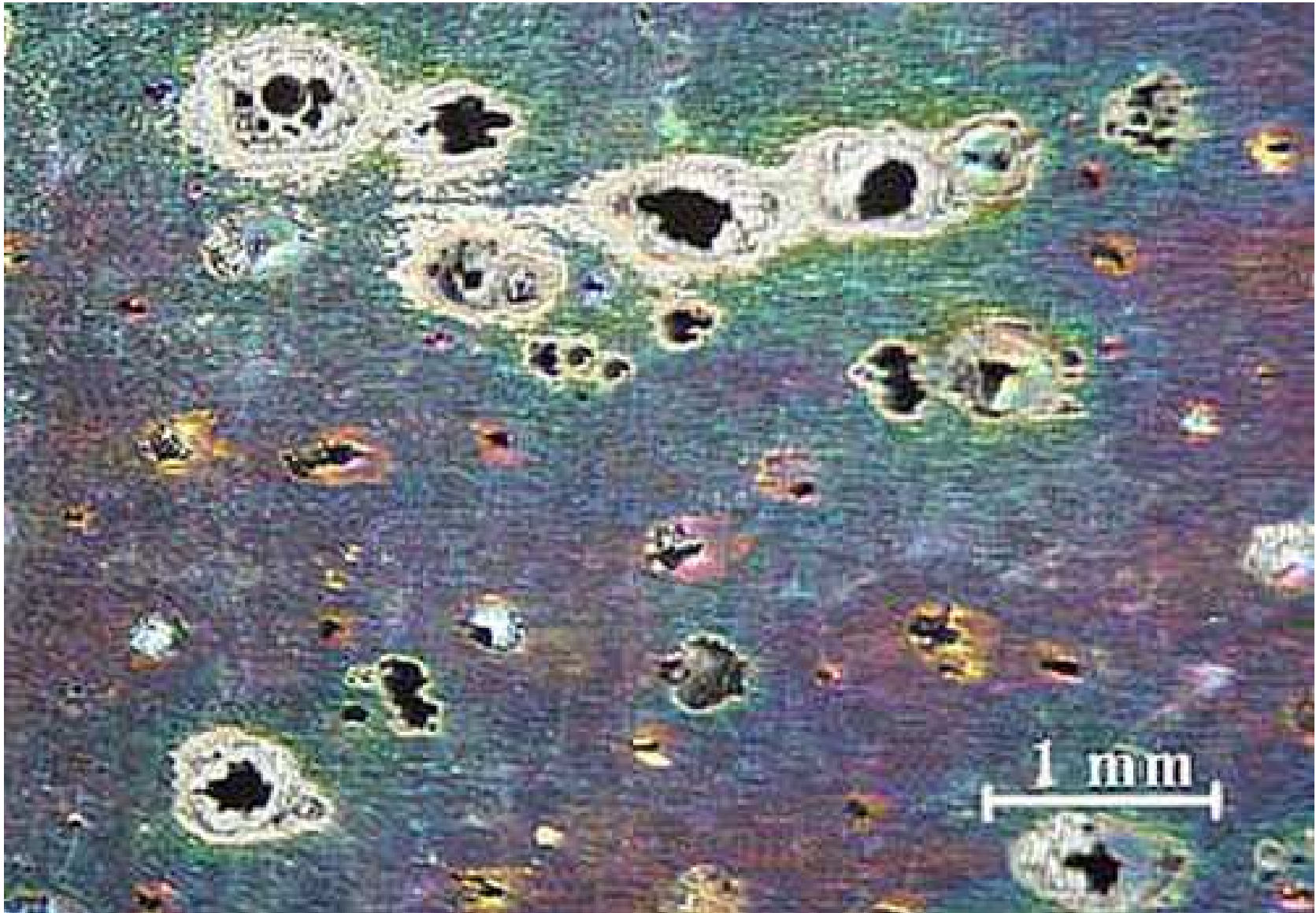
Korózia podľa vzhľadu

KORÓZIA ROVNOMERNÁ

- prebieha rovnomerne (rovnomerný úbytok materiálu) po celom povrchu materiálu. Druh korózie sa usudzuje **zo zmeny profilu pred a po korózii**.

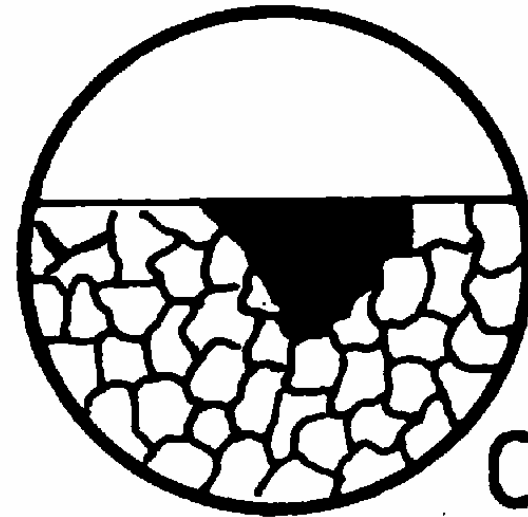
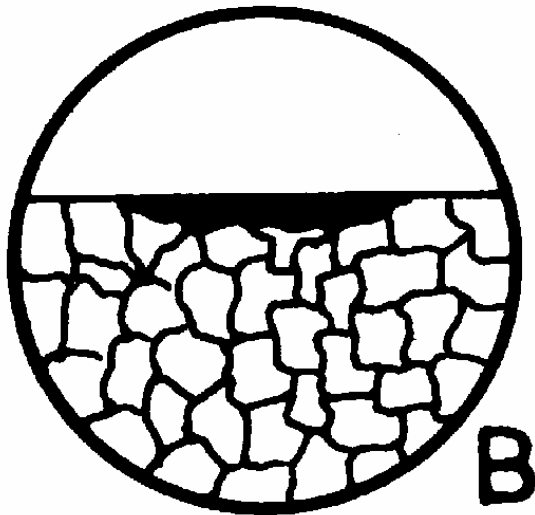


- umožňuje relatívne ľahko stanoviť rýchlosť úbytku materiálu a vziať ju do úvahy,
- z hľadiska spoľahlivosti je najpriaznivejším typom korózie



KORÓZIA NEROVNOMERNÁ

- napadnutá je iba určitá časť povrchu alebo vnútra materiálu → nebezpečná korózia pretože ju často nie je vidieť;
- na rôznych miestach materiálu preniká do rôznej šírky a hĺbky. Má rovnaké tvary ako rovnomerná korózia, líšia sa však tým, že niektoré miesta kovu môžu zostať celkom bez napadnutia.

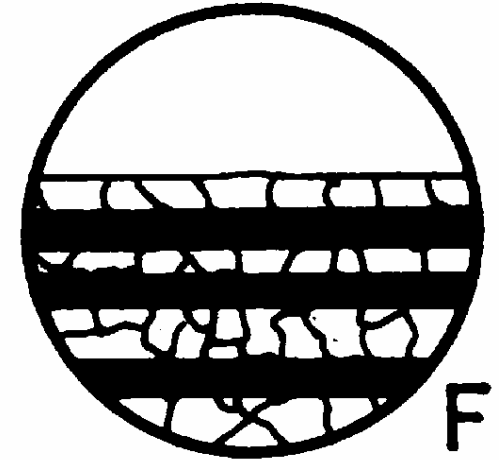
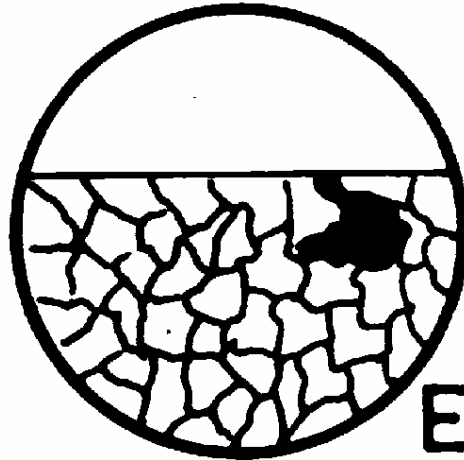
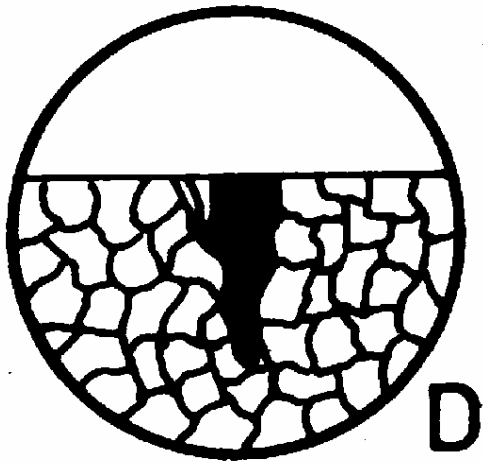


Švrnitá - rozmer korózneho napadnutia môže byť väčší, než veľkosť zorného poľa aj pri malom zväčšení.

Jamková - vzniká na malých častiach povrchu a preniká značne do hĺbky. Vzniká hlavne u uhlíkových ocelí a v ocelových zariadeniach pri porušení ochranného náteru.



Škvrnitá korózia na antikoroéznej oceli



Bodová (pitting) - menší alebo väčší počet ojedinelých bodov. Preniká viac do hĺbky. Je potrebné sledovať, či nedochádza k selektívnemu koróznemu napadnutiu. Je typická pre Cr – Ni antikoročné ocele, hliník a pod.

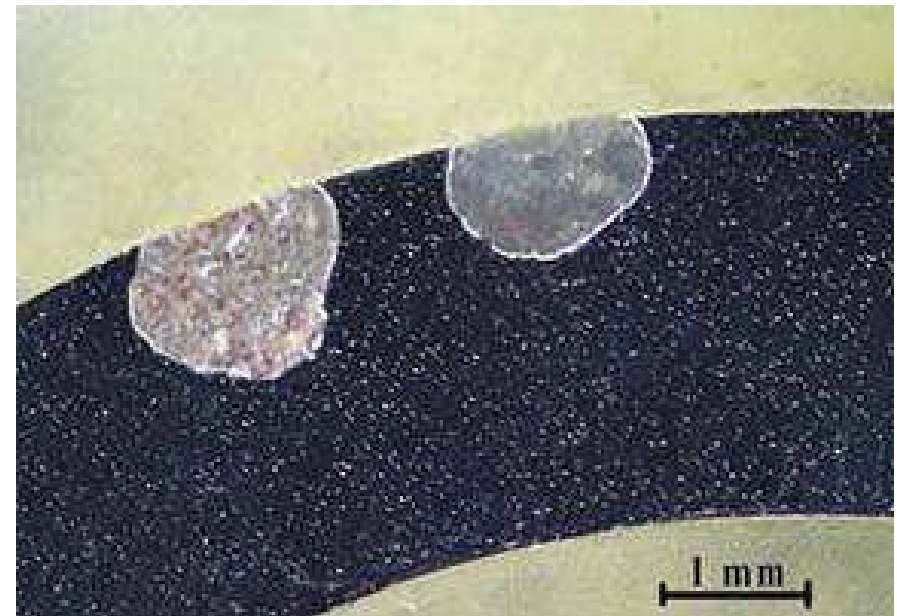
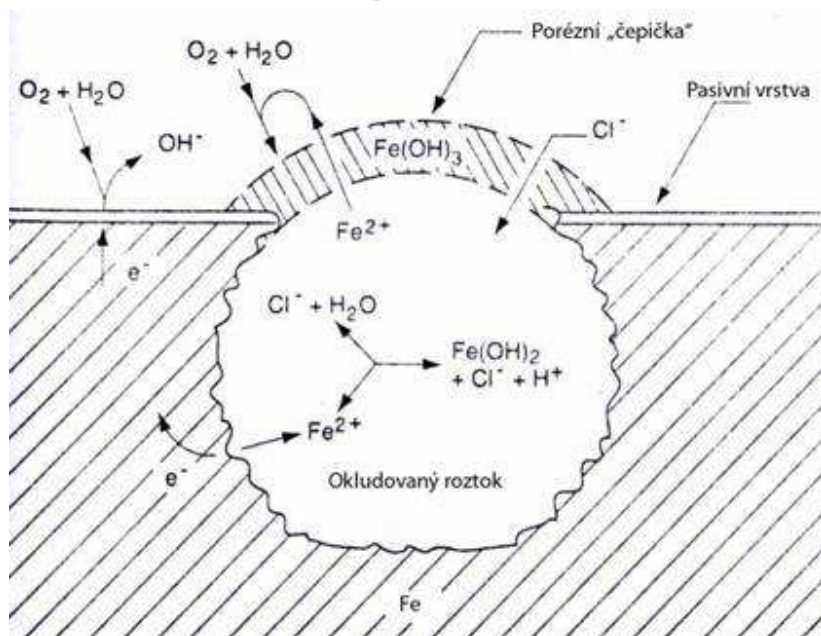
Zvláštny tvar korózneho napadnutia sa vyznačuje tým, že aj priestorovo rozsiahle napadnutie pod povrchom zaberá na povrchu vzorky malú plochu.

Korózia po vrstvách - výskyt rozdielov vo veľkosti zŕn, výskyt odlišných fáz, inklúzií, precipitátov, atď., či ich rozmiestnenie odpovedá rozmiestneniu skoro-dovaných vrstiev.

BODOVÁ a JAMKOVÁ KORÓZIA – sklon k nej majú predovšetkým materiály používané v pasívnom stave, tj. majú schopnosť vytvoriť si na povrchu súvislú vrstvu korózných spodín, ktorá zvýši ich odolnosť proti korózii v určitom (nie každom) prostredí.

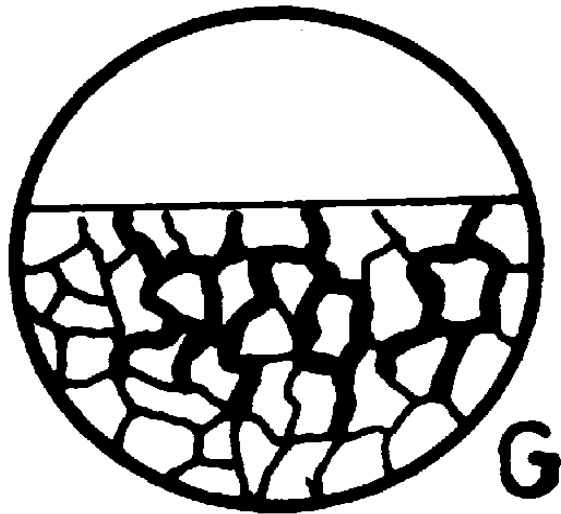
Ku korózii dôjde vplyvom rozpustenia tejto pasívnej vrstvy v miestach so slabšími ochrannými vlastnosťami (vtrúseniny, okuje, hranice zrn atď.) – t.j. dochádza k tvorbe makročlánku medzi aktivovaným a pasívnym povrchom.

V mieste porušenia pasívnej vrstvy vzniká jamka – bod, v ktorej migráciou vzrastá koncentrácia agresívnych iontov (najčastejšie chloridov) a hydrolyzou ► klesá pH ► vytvárajú sa stále agresívnejšie podmienky – jamka sa rozširuje.





Bodová korózia austenitickej koróziivzdornej ocele v prostredí chloridov



Medzikryštálová korózia - prebieha pozdĺž hraníc kryštálov do hĺbky materiálu. Je typická pre Cr – Ni antikorózne ocele po nevhodnom tepelnom spracovaní.

Kovový materiál stráca mechanickú pevnosť, bez toho, že by došlo k pozorovateľnej vzhľadovej zmene. To je dané tým, že materiál za určitých podmienok koroduje prednostne v úzkom pásme na hranici zrna, ktoré potom stratia svoju súdržnosť.

- Jednou z hlavných príčin medzikryštálovej korózie je existencia dendritických karbidov na rozhraní zŕn po prehriatí a korózne prostredie.
- Prejavuje sa praskaním a neskôr rozpadom materiálu.
- Medzikryštálovou koróziou je často napadnutá zóna ztavenia zvarového spoja.

Medzikryštálová korózia



ocel FeCr18Ni10

Medzikryštálovej korózii môžeme zabrániť:

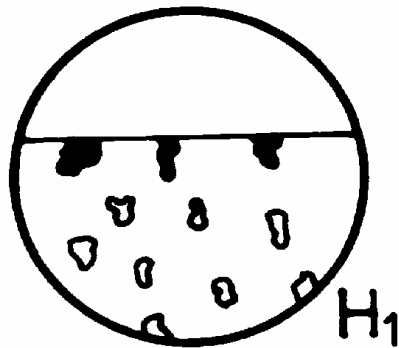
- **tepelným spracovaním** - nad oblasť kritických teplôt (400 – 800°C) a následné rýchle ochladenie;
- **tzv. stabilizáciou** – prídavkom karbidotvorného prvku (Ti, Nb) a stabilizačným žíhaním, pri ktorom dochádza k vyviazaniu uhlíka na TiC alebo NbC;
- **použitím ocelí s veľmi nízkym obsahom uhlíka (< 0,03).**



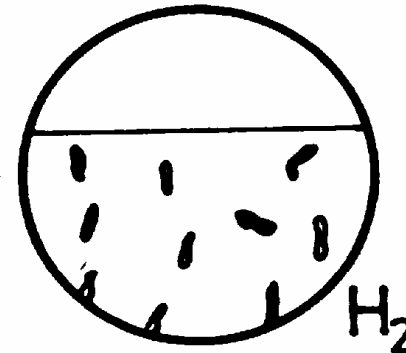
Pri použití čistých ocelí s veľmi malým obsahom uhlíka a dusíka nedochádza k medzikryštálovej korózii.

Selektívna korózia –

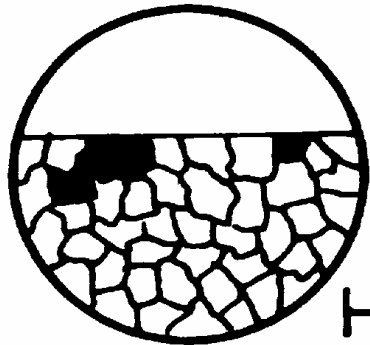
prebieha v zliatinách s dvoj a viacfázovou štruktúrou alebo pri zavalcovaných oxidoch.



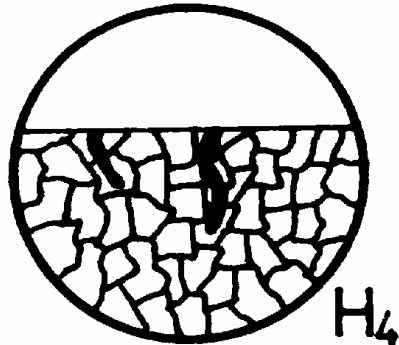
H₁



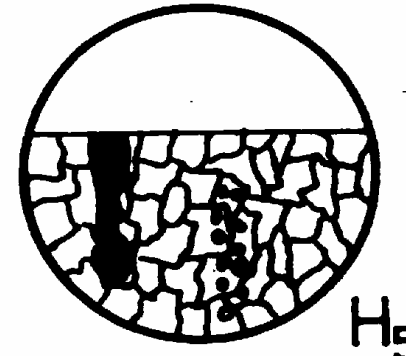
H₂



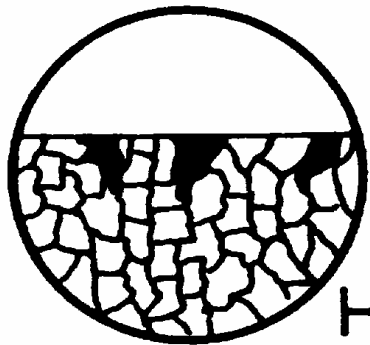
H₃



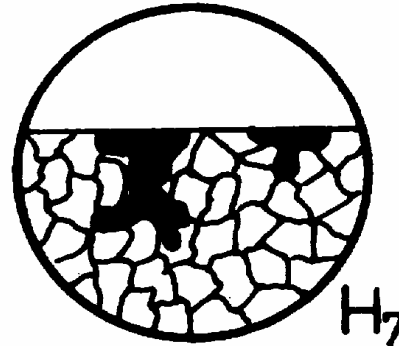
H₄



H₅

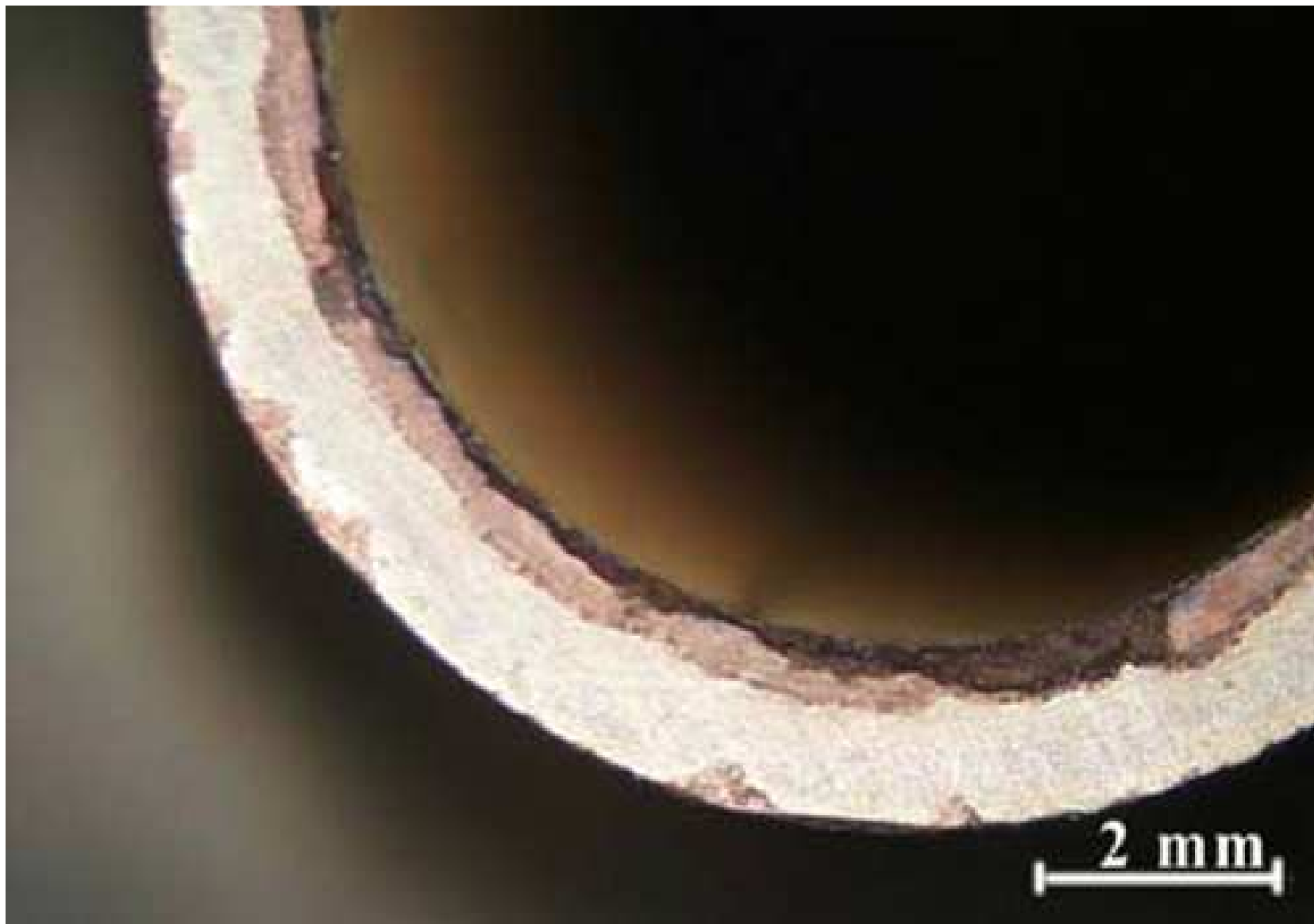


H₆



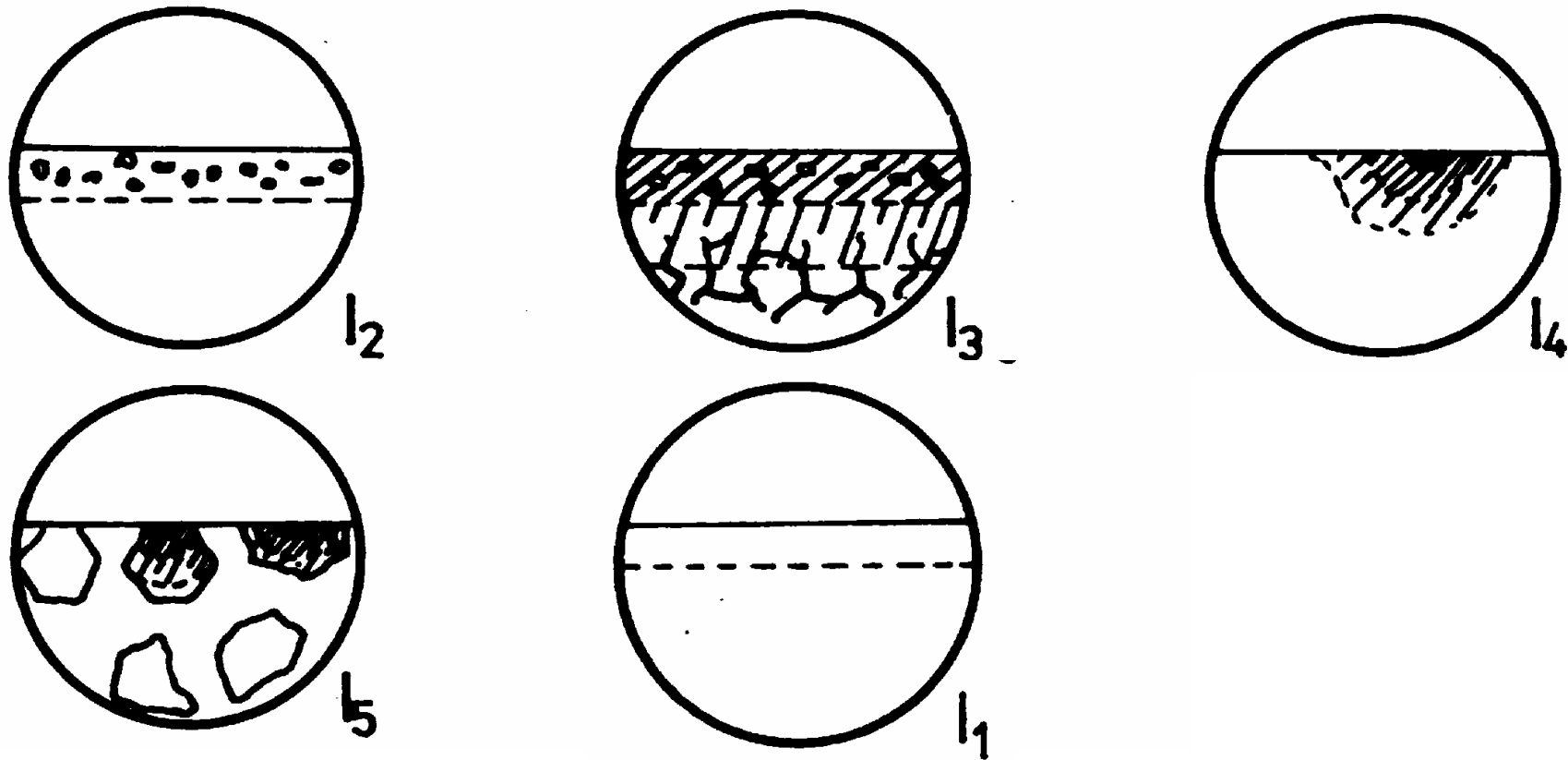
H₇

Vyskytuje sa tiež v medi, v mosadzi (odzinkovanie mosadze), v oceliach (odkobalovanie ocele) a v grafitických liatinách.



Plošné odzinkovanie mosadze Ms63

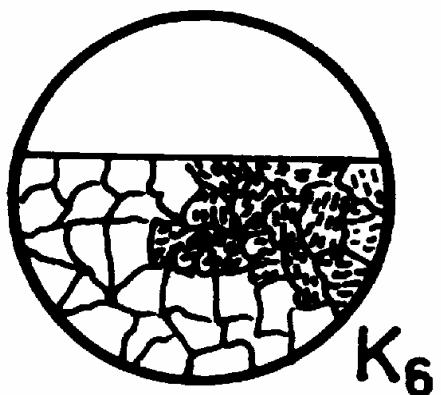
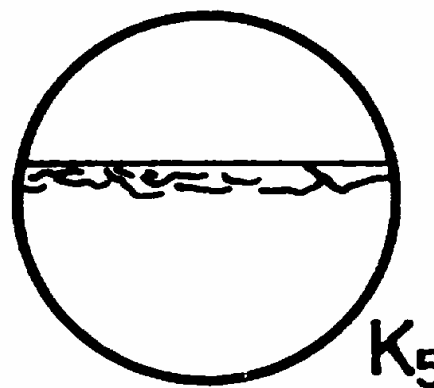
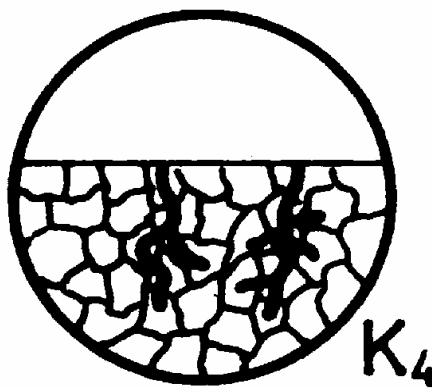
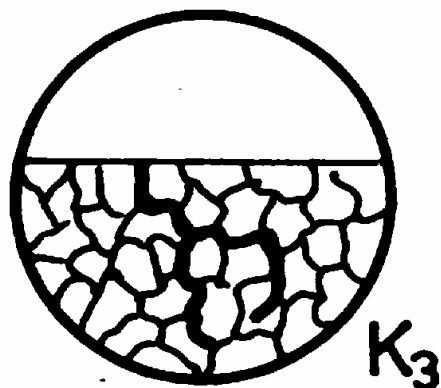
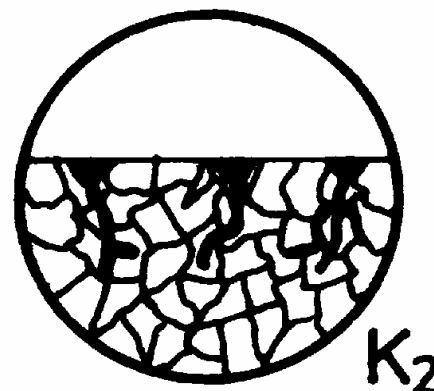
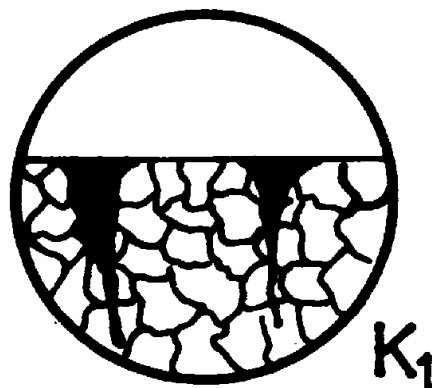
Splachovač WC po expozícii 15 r. v pitnej vode



Extrakčná korózia - rozhodujúcim dôkazom extrakčnej korózie je analytické zistenie, že niektorý z prvkov, nachádzajúcich sa v tuhom roztoku prechádza do korózných produktov alebo do prostredia.

Ak sa nezistí ani po naleptaní metalografického výbrusu pozdĺž jeho okraja odlišné pásmo, možno usudzovať na extrakčnú koróziu zmenenou tvrdosťou okrajov vzorky, čo zistíme meraním mikrotvrdosti.

Korózne trhliny a lomy

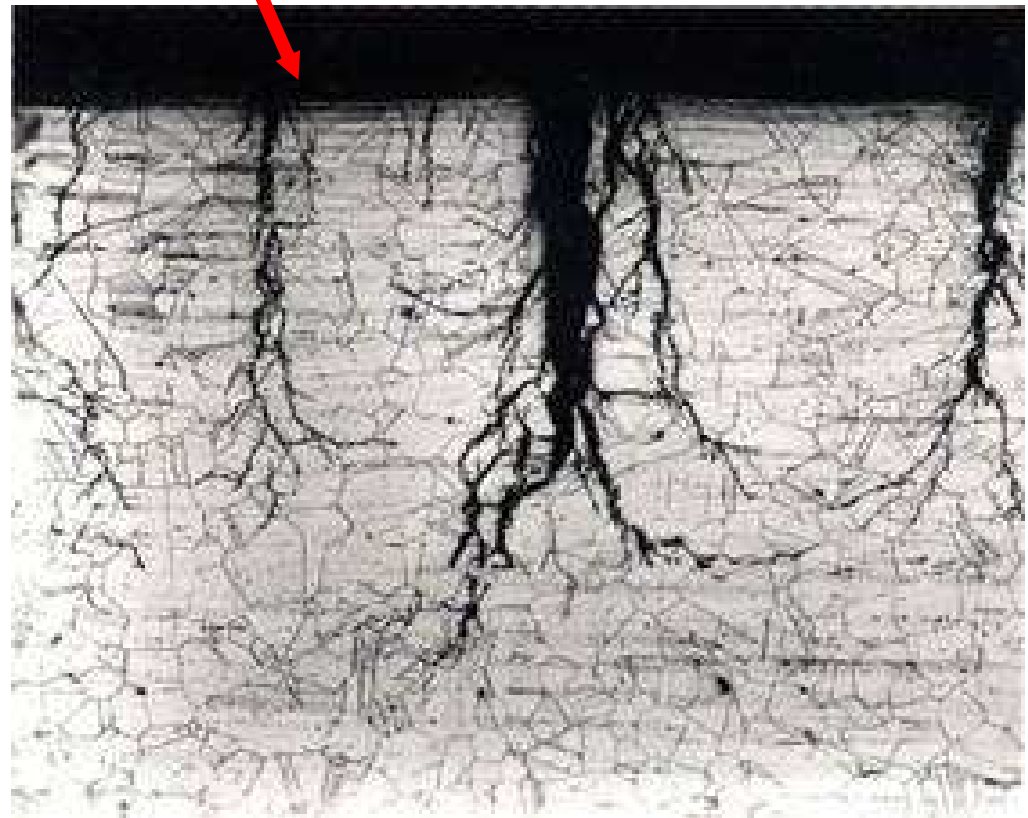


Korózne praskanie - technicky veľmi významný druh korózneho napadnutia, ktorý môže viesť k náhlemu a nečakanému zlyhaniu kovových konštrukcií a zariadení. Popisuje sa ako tzv. aktívne rozpúšťanie materiálu na čele trhliny.

Korózne praskanie – je vyvolané pôsobením prostredia.

Ku koróznemu praskaniu zliatin (čisté kovy sú odolné) dochádza súčasným pôsobením mechanického ťahového napätia a špecifického prostredia.

Pri koróznom praskaní vznikajú a rastú v materiáli trhliny, ktoré vedú k prasknutiu, ktoré pripomína krehký lom. Trhliny sa šíria v štruktúre kovu alebo po hraniciach zŕn (**medzikryštálovo**), alebo cez zŕn (**transkryštalicky**).



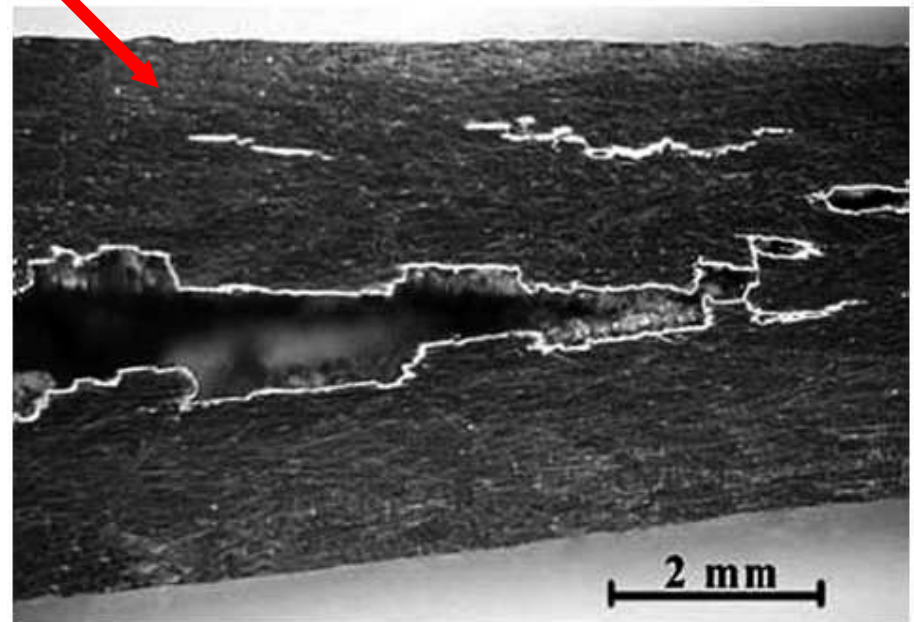
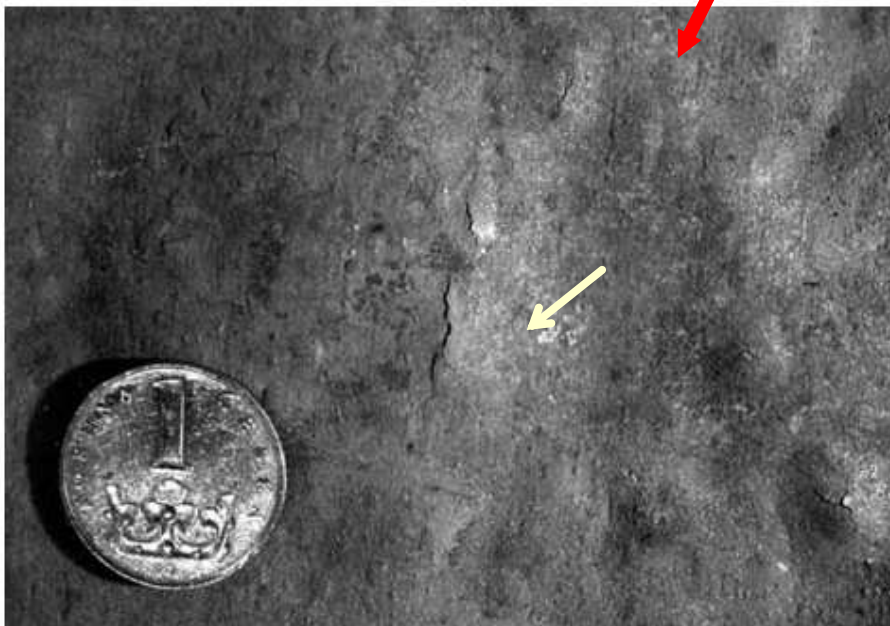


Korózná únava – nástrojová ocel

Korozia podľa mechanizmu

CHEMICKÁ KORÓZIA

- prebieha v plynných prostrediach za vyšších teplôt (napr. vznik okují) a v elektricky nevodivých kvapalných prostrediach (napr. v organických kyselinách);
- korózne splodiny zostávajú v mieste reakcie;
- **oduhličenie ocele, vodíková krehkosť;**



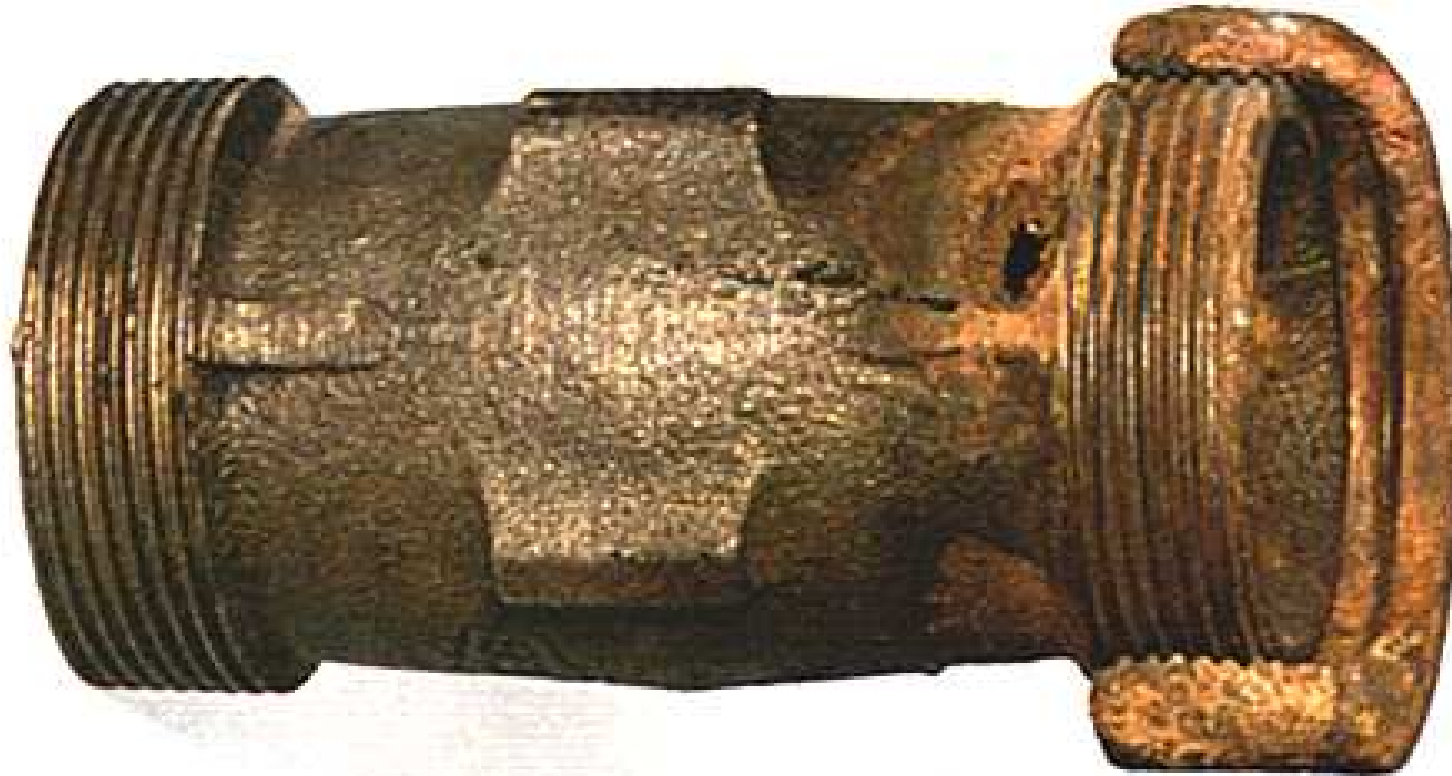
ELEKTROCHEMICKÁ KORÓZIA

- prebieha vo vodivých kvapalných prostrediach.
- základným predpokladom je vznik tzv. katódových a anódových miest na korodujúcom kove.

Typy:

- o **Korózia vo vodných roztokoch elektrolytov** (kyseliny, roztoky solí, morská voda),
- o **Korózia v taveninách solí a v tekutých kovoch,**
- o **Atmosferická korózia,**
- o **Korózia vo vodách,**
- o **Pôdna korózia,**
- o **Korózia bludnými prúdmi** – vzniká pôsobením vonkajších jednosmerných elektrických prúdov, ktorú preniknú do sústavy materiál – prostredie).

Korózia pôsobením makročlánku



1 cm

Galvanická korózia **liatina / med'** – potrubie rozvodu plynu spojené s domovým medeným rozvodom – celé uložené v zemi

OCHRANA PROTI KORÓZII

Možnosti ochrany vychádzajú z uvedených predstáv o mechanizme korózie. Sú to hlavne tieto:

- **Voľba materiálu odolného voči korózii** v daných podmienkach (anticoro, Al, Zn, Cu, Cr apod.);
- **Konštrukčné úpravy** a voľba technologických postupov výroby, obmedzujúcich možnosti pôsobenia korózných činiteľov, vznik galvanických makročlánkov;
- **Ovplyvnenie prostredia**, v ktorom prebieha korózia (kotle, chladiče, výmeníky, parovody, skladovacie priestory)
- **Elektrochemické spôsoby ochrany** (katodická ochrana, obetované anódy, vonkajšie napätie trvalo pripojené);
- **Ochranné povlaky**. Je to najrozšírenejší spôsob. Používajú sa povlaky kovové, anorganické (smalty) aj organické (náterové hmoty).