

1. Principii generale

Începuturile civilizației noastre sînt strîns legate de cunoașterea și folosirea metalelor. De la cele 7 metale ale lumii antice - aur, cupru, fier, plumb, staniu, argint și mercur pînă la elementul metalic cu numărul atomic 105, au trecut multe milenii și pe măsură ce metalele au fost descoperite și cunoscute, omul le-a folosit în scopul satisfacerii nevoilor sale mereu crescînde și pentru progresul societății.

De cînd civilizația a intrat în era metalelor, acum aproape 5000 de ani, oamenii s-au preocupat de conservarea acestui tip de material care, cu timpul, are tendința de a se întoarce la starea sa primară: mineralul.

Arheologii, conservatorii, restauratorii, colecționarii dar și cei din industrie - metalurgiștii - caută să lupte împotriva acestei inexorabile și progresive distrugerii a patrimoniului metalic.

Pentru a găsi soluții care să permită prelungirea vieții obiectelor metalice trebuie studiate în primul rînd cauzele degradărilor.

Principalul factor care duce la degradarea obiectelor metalice fiind coroziunea, este important studiul ei în funcție de mediul în care a fost plasat obiectul pe parcursul evoluției lui.

Conform literaturii de specialitate coroziunea este definită ca fiind "procesul complex de distrugere a metalelor și a aliajelor metalice sub acțiunea chimică, electrochimică și microbiană a mediului".

Obiectele metalice scoase din săpătură sunt adesea, într-o stare avansată de degradare. Această stare este dată de o reacție între obiect și mediul său înconjurător. Într-adevăr, puține metale sunt native, majoritatea obținându-se prin transformarea minereului, căruia i se aplică procese succesive, fizice și chimice. Coroziunea poate fi considerată ca fiind un proces invers, care face ca obiectul finit să se reîntoarcă la unul sau mai multe tipuri de minereu, starea minerală fiind cea mai stabilă pentru un metal.

În cazul obiectelor arheologice, problema este puțin diferită întrucît nu putem decît constata efectele degradării progresive a metalelor și să încercăm să interpretăm motivele acestei degradări. Cunoașterea procesului de degradare prezintă, totuși, un avantaj, și anume acela de a evita conservarea ulterioară a obiectelor în condiții nefavorabile.

Sub acțiunea apelor de infiltrație, a oxigenului și a diverselor molecule chimice, obiectul arheologic abandonat în sol va avea tendința naturală de a se întoarce la starea de minereu, care este cea mai stabilă pentru el.

În funcție de agresivitatea factorilor externi și de starea metalului (pur sau aliat), reîntoarcerea la starea de minereu poate fi de mai lungă sau de mai scurtă durată. Acesta este motivul pentru care este absolut imposibil să fie determinată vârsta unui obiect metalic în funcție de starea sa de degradare.

Unele metale sînt mai sensibile decît altele la umiditate, la oxidare sau la clorurare. De exemplu:

- aurul poate rămîne timp de secole în pămînt fără să sufere nici cea mai mică schimbare;
- argintul are tendința de a se sulfura și clorura; în anumite cazuri extreme, poate să dispară complet;
- cuprul și aliajele sale sînt predispuse la transformări în oxizi, carbonați și cloruri; se vor conserva mai bine în mediu bazic sau neutru decît în mediu acid;
- fierul și aliajele sale sunt, de asemenea, sensibile atît la oxidare cît și la clorurare; sunt mai stabile în mediu slab bazic;
- plumbul are tendința de a forma carbonați, dar rezistă bine în soluri bazice.
- staniul se găsește mai puțin în săpăturile arheologice, deoarece nu suportă nici solurile bazice, nici solurile acide, ba mai mult, se degradează în solurile supuse schimbărilor mari de temperatură

(la 13 °C se declanșează faimoasa "ciumă a staniului").

Variațiile de temperatură și umiditate predispun toate metalele la atacuri biologice.

2. Tipuri de coroziune

În funcție de modalitatea de acțiune a procesului de corodare întâlnim mai multe tipuri de coroziune:

- **Coroziunea perforată** (punctiformă) se prezintă sub forma unui număr mare de mici zone ale suprafeței obiectului care prezintă un aspect de înțepat, pișcat sau cocoșat. Este un tip de coroziune frecvent la aliaje.

- **Coroziunea uniformă** se dezvoltă în mod identic pe toată suprafața obiectului. Se întâlnește fie pe obiectele omogene, fie pe cele plasate într-un mediu omogen.

- **Coroziunea intercristalină** se dezvoltă chiar în interiorul obiectului antrenând o fragilizare a acestuia. În general, dezvoltarea acesteia are loc plecând de la limitele dintre cristale.

- **Coroziunea selectivă** se dezvoltă în aliajele binare și antrenază distrugerea uneia din cei doi constituenți ai aliajului. Acesta apare singur la suprafața. De exemplu la alamă (cupru + zinc) la suprafață va apare cupru poros.

- **Coroziunea galvanică** afectează toate obiectele care conțin mai multe metale puse în contact fizic. Metalul mai puțin nobil se va distruge înaintea metalului mai nobil.

- **Coroziunea în pete (cavernoasă)** se dezvoltă, adesea pe obiectele din metal plasate într-un mediu conducător, aproape de un alt metal mai electropozitiv, dar fără să fie în contact direct cu acesta. În locul în care cele două metale sunt cele mai apropiate, metalul care este mai puțin nobil va fi corodat pînă în profunzimea lui.

- **Coroziunea sub tensiune** afectează metalele care sînt supuse la solicitări mecanice (forțe de întindere sau de compresiune). Coroziunea ia adesea forma unei coroziuni intercristaline, dar nu generalizată.

Pentru o mai bună înțelegere a modului de dezvoltare al procesului de coroziune trebuie amintite patru tipuri mari de acțiune asupra obiectelor:

Acțiunea mecanică reprezintă totalitatea forțelor care acționează asupra unui corp. Forța rezultantă va genera, la suprafață sau în interiorul materialului deformări mecanice.

În mod concret pot fi date ca exemplu de acțiune mecanică eroziunea fluvială, eoliană sau marină cît și cea a apelor de infiltrație din sol sau aratul terenului.

Acțiunea mecanică trebuie avută în vedere deoarece poate fi punctul de plecare al unui alt tip de acțiune, cea electrochimică.

Acțiunea chimică poate fi definită ca un ansamblu de combinații între atomi ce aparțin unor corpuri identice sau diferite.

Atacul chimic depinde de 2 factori :

- obiectul însuși în funcție de structura corpurilor solide care este tridimensională;
- mediu înconjurător, una dintre caracteristicile sale importante pH-ul, unele metale nu sunt atacate de un mediu bazic chiar dacă reacționează la un mediu acid cum este cazul fierului dintr-un mediu sărac în fosfați.

Acțiunea biologică se dezvoltă cu precădere în sol și poate fi factorul principal al modificărilor ambientului în care se află obiectul. Acțiunea biologică are efect maxim la o temperatură de 25 - 30 °C și la o umiditate relativă mai mare decât 68 % (condiții în care coroziunea se dezvoltă cel mai repede). Poate fi contracarată de agenți sterilizanți ca apa sărată.

Acțiunea electrochimică apare la contactul dintre metale diferite în prezența unor soluții bune conducătoare de electricitate (electroliti). Ea apare și la suprafața unui metal în contact cu electroliti datorită prezenței impurităților din structura oricărui metal.

Dintre două metale în contact, în prezența unui electrolit se corodează cel mai puțin nobil (cu potențial electrochimic mai negativ).

În funcție de potențial metalele pot fi ordonate într-o scară numită "scara potențialelor stan-

(la 13 °C se declanșează faimoasa "ciumă a staniului").

Variațiile de temperatură și umiditate predispun toate metalele la atacuri biologice.

2. Tipuri de coroziune

În funcție de modalitatea de acțiune a procesului de corodare întâlnim mai multe tipuri de coroziune:

- Coroziunea perforată (punctiformă) se prezintă sub forma unui număr mare de mici zone ale suprafeței obiectului care prezintă un aspect de înțepat, pișcat sau cocoșat. Este un tip de coroziune frecvent la aliaje.

- Coroziunea uniformă se dezvoltă în mod identic pe toată suprafața obiectului. Se întâlnește fie pe obiectele omogene, fie pe cele plasate într-un mediu omogen.

- Coroziunea intercristalină se dezvoltă chiar în interiorul obiectului antrenând o fragilizare a acestuia. În general, dezvoltarea acesteia are loc plecând de la limitele dintre cristale.

- Coroziunea selectivă se dezvoltă în aliajele binare și antrenează distrugerea uneia din cei doi constituenți ai aliajului. Acesta apare singur la suprafața. De exemplu la alamă (cupru + zinc) la suprafață va apare cupru poros.

- Coroziunea galvanică afectează toate obiectele care conțin mai multe metale puse în contact fizic. Metalul mai puțin nobil se va distruge înaintea metalului mai nobil.

- Coroziunea în pete (cavernoasă) se dezvoltă, adesea pe obiectele din metal plasate într-un mediu conducător, aproape de un alt metal mai electropozitiv, dar fără să fie în contact direct cu acesta. În locul în care cele două metale sunt cele mai apropiate, metalul care este mai puțin nobil va fi corodat pînă în profunzimea lui.

- Coroziunea sub tensiune afectează metalele care sînt supuse la solicitări mecanice (forțe de întindere sau de compresiune). Coroziunea ia adesea forma unei coroziuni intercristaline, dar nu generalizată.

Pentru o mai bună înțelegere a modului de dezvoltare al procesului de coroziune trebuie amintite patru tipuri mari de acțiune asupra obiectelor:

Acțiunea mecanică reprezintă totalitatea forțelor care acționează asupra unui corp. Forța rezultantă va genera, la suprafață sau în interiorul materialului deformări mecanice.

În mod concret pot fi date ca exemplu de acțiune mecanică eroziunea fluvială, eoliană sau marină cît și cea a apelor de infiltrație din sol sau aratul terenului.

Acțiunea mecanică trebuie avută în vedere deoarece poate fi punctul de plecare al unui alt tip de acțiune, cea electrochimică.

Acțiunea chimică poate fi definită ca un ansamblu de combinații între atomi ce aparțin unor corpuri identice sau diferite.

Atacul chimic depinde de 2 factori :

- obiectul însuși în funcție de structura corpurilor solide care este tridimensională;
- mediu înconjurător, una dintre caracteristicile sale importante pH-ul, unele metale nu sunt atacate de un mediu bazic chiar dacă reacționează la un mediu acid cum este cazul fierului dintr-un mediu sărac în fosfați.

Acțiunea biologică se dezvoltă cu precădere în sol și poate fi factorul principal al modificărilor ambientului în care se află obiectul. Acțiunea biologică are efect maxim la o temperatură de 25 - 30 °C și la o umiditate relativă mai mare decît 68 % (condiții în care coroziunea se dezvoltă cel mai repede). Poate fi contracarată de agenți sterilizanți ca apa sărată.

Acțiunea electrochimică apare la contactul dintre metale diferite în prezența unor soluții bune conducătoare de electricitate (electroliti). Ea apare și la suprafața unui metal în contact cu electroliti datorită prezenței impurităților din structura oricărui metal.

Dintre două metale în contact, în prezența unui electrolit se corodează cel mai puțin nobil (cu potențial electrochimic mai negativ).

În funcție de potențial metalele pot fi ordonate într-o scară numită "scara potențialelor stan-

dard" unde metalele sunt aranjate de la cele mai nobile până la cele mai puțin nobile.

- aur;
- platină;
- argint;
- bronz;
- alamă;
- cupru (cupric);
- cupru (cupros);
- staniu;
- plumb;
- fier;
- aluminiu;
- zinc;
- magneziu.

3. Influența timpului asupra coroziunii.

Timpul joacă un rol foarte important în dezvoltarea proceselor de coroziune. Un obiect îngropat într-un sol arheologic poate evolua foarte lent câteodată, timp de mai multe secole, ajungând în final la distrugere completă.

Schimbările climatice nu se produc decât în perioade foarte mari de timp dar influențează procesele evolutive care au loc în soluri, modificând astfel mediul obiectului.

Bibliografie.

- Hătăărăscu, O., Metalele în epoca actuală, Ed. Albatros, București, 1982;
- Akimov, C., Théorie et méthodes d'essai de la corrosion des métaux, Paris, 1957;
- *** Actes des Congrès de Comité pour la Conservation de l'ICOM;
- Mourey, W., La conservation des antiquités métalliques, de la fouille au musée, Draguignan, 1987;
- Hache, A., La corrosion des métaux, Paris, 1966.

RESTAURAREA OBIECTELOR METALICE COMPOZITE - SABIE SEC. XIX

DENISA BUZATU

Piese muzeale sunt documente ale trecutului, ca atare ele trebuie să păstreze maximum de informație posibilă. Orice intervenție ulterioară descoperirii se va face respectând unul din principiile fundamentale ale restaurării și anume "primul non nocere".

Metalele, ca oricare alt suport material, se caracterizează prin proprietăți fizice și chimice proprii. Întrucât sunt sensibile la corodare și sunt afectate în timp, pentru a fi păstrate cu minim de modificări din punct de vedere tehnic și artistic, a funcționalității și a informației, intervențiile de protecție și preservare se fac cu multă atenție și discernământ.

Un caz aparte îl constituie obiectele metalice compozite ce reprezintă un ansamblu format din părți componente care pot fi de natură organică și / sau anorganică.

Există trei modalități de bază pentru intervenția asupra obiectelor metalice compozite:

- a) componenta metalică este fixă, fiind tratată în prezența celorlalte suporturi;
- b) componenta metalică se detașează și se tratează separat;
- c) metoda mixtă ce combină primele două posibilități.

Aplicarea celei de-a doua modalități prezintă riscul ca prin detașare să se piardă amănunte