

**AGH**

AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA  
IM. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE

AGH UNIVERSITY OF SCIENCE  
AND TECHNOLOGY

# CHARAKTERYSTYKA WYBRANYCH ŚRODOWISK KOROZYJNYCH

<http://home.agh.edu.pl/~grzesik>

# Typowe środowiska korozyjne

---

- wysokotemperaturowa atmosfera gazowa;
- ziemia;
- woda;
- atmosfera ziemiska.

# Korozja metali w ziemi

---

## Czynniki wpływające na agresywność gleby:

- struktura i wilgotność gleby
- stopień natlenienia
- zawartość związków chemicznych
- kwasowość
- przewodnictwo elektrolityczne
- obecność mikroorganizmów

# Korozja metali w ziemi

## - struktura i wilgotność gleby

---

### Gleby:

- lekkie (piaszczyste) – duże pory, łatwo przepuszczają wodę i gazy, łatwy dostęp tlenu do zakopanych konstrukcji;
- ciężkie (gliniaste) – cienkie kapilarne pory, długo utrzymują wilgoć, utrudniony dostęp tlenu do zakopanej konstrukcji.

### Wilgotność:

- maksymalna wartość korozji (wilgotność krytyczna):
  - gleby gliniaste 12-25%;
  - gleby piaszczyste 10-20%;
- dalszy wzrost wilgotności powoduje zmniejszenie dopływu tlenu.

# Korozja metali w ziemi - stopień natlenienia

---

## Dopływ tlenu (do podziemnej konstrukcji):

- z atmosfery (dyfuzja);
- z wód:
  - deszczowych;
  - powierzchniowych;
  - gruntowych.

Szybkość dopływu tlenu do konstrukcji podziemnej zależy od rodzaju gleby i zawilgocenia.

# Korozja metali w ziemi

## - zawartość związków chemicznych

---

Gleby zawierają różnego rodzaju substancje: chlorki, siarczany, węglany, wodorowęglany, azotany, azotyny, kwasy organiczne, siarkowodór, dwutlenek węgla:

- **SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>** :     **mg/kg** (*gruntu*)                     **agresywność**     **BN-852320-01**  
                           <200   mała  
                           200-1000                                     średnia  
                           >1000   duża
- **Cl<sup>-</sup>** :         **mg/kg** (*gruntu*)                     **agresywność**  
                           <100   mała  
                           100-200                                     średnia  
                           >200   duża

# Korozja metali w ziemi - kwasowość

---

Większość gleb wykazuje odczyn obojętny lub zbliżony do obojętnego (pH 5-8):

- obecność kwasu węglowego oraz kwasów organicznych zmienia odczyn na kwaśny (pH 3-4) – możliwa depolaryzacja wodorowa;
- obecność wapna, węglanów sodu i potasu zmienia odczyn na zasadowy (pH 10-12).

<b>pH:</b>	<b>agresywność</b>	<b>PN-91/B-10703</b>
7-7,9	niska	
6-6,9	średnia	
5-5,9	wysoka	
<5 i >8	bardzo wysoka	

# Depolaryzacja wodorowa

---

Polega na redukcji jonu wodorowego do wodoru gazowego wg reakcji:



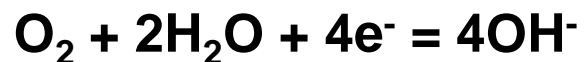
Reakcja ta zachodzi łatwo w środowiskach kwaśnych, a znacznie wolniej w środowiskach obojętnych i alkalicznych.



# Depolaryzacja tlenowa

---

Polega na reakcji tlenu cząsteczkowego, rozpuszczonego w elektrolicie do jonu wodorotlenkowego w/g reakcji:



Reakcja ta przebiega w roztworach obojętnych i alkalicznych, przy swobodnym dostępie powietrza.

# Korozja metali w ziemi - przewodnictwo elektrolityczne

---



Duża zawartość rozpuszczonych związków chemicznych oraz duża wilgotność powodują wzrost przewodnictwa.

# Korozja metali w wodach naturalnych

---

## **Wody naturalne:**

- rzeki
- jeziora
- sztuczne zbiorniki wodne
- wody podziemne

Korozja w wodach naturalnych w większości przypadków zachodzi z depolaryzacją tlenową, czyli szybkość korozji zależy będzie od szybkości transportu tlenu do powierzchni reakcyjnej.

# Korozja metali w wodach naturalnych

---

## Dwutlenek węgla w wodzie słodkiej:

- $\text{CO}_2$  rozpuszczony w wodzie naturalnej powoduje obniżenie pH i zwiększenie agresywność korozyjnej wody
- nadmiar  $\text{CO}_2$  uniemożliwia tworzenie się warstewek ochronnych węglanu wapniowego i może powodować rozpuszczenie się już istniejących
- wzrost temperatury wody i ilości rozpuszczonych soli powodują obniżenie się rozpuszczalności  $\text{CO}_2$

# Korozja metali w wodach morskich

---

Woda morską jest to roztwór wielu soli (chlorki, siarczany, węglany, itp.). Występują w niej zanieczyszczenia organiczne, rozpuszczone gazy oraz ślady niemal wszystkich pierwiastków.

Średnie zasolenie wód oceanicznych wynosi około 3,5% (Bałtyk 1%).

## **Czynniki wpływające na zasolenie wód morskich:**

- intensywność parowania;
- wielkość dopływu słodkich wód rzecznych.

Różnice w natlenieniu i temperaturze pomiędzy warstwami powierzchniowymi wody, a warstwami głębszymi sprzyjają powstawaniu ogniw korozyjnych.

# Korozja atmosferyczna metali

---

***sucha*** – przebiega przy całkowitej nieobecności wilgoci na powierzchni metalu – mechanizm podobny do korozji chemicznej, w wyniku wzajemnego oddziaływania chemicznego składników powietrza z powierzchnią metalu tworzy się warstewka produktów korozji (proces powolny, z czasem ustaje)

***wilgotna*** – przebiega przy wilgotności względnej powietrza poniżej 100%, na powierzchni metalu cienka, niewidoczna warstewka elektrolitu (mechanizm elektrochemiczny, depolaryzacja tlenowa)

***mokra*** – przebiega przy wilgotności względnej powietrza równej 100%, na powierzchni metalu widoczna skondensowana para wodna w postaci kropeł (mechanizm elektrochemiczny, depolaryzacja tlenowa)

# Korozja atmosferyczna metali - klimat

---



## **umiarkowany –**

średnia maksymalna temperatura poniżej 40°C

średnia minimalna temperatura powyżej - 40°C

## **tropikalno-wilgotny –**

wysoka temperatura i wilgotność względna

## **tropikalno-suchy –**

wysoka temperatura i niska wilgotność względna

## **morski –**

obszar mórz i oceanów

## **polarny –**

niewielka ilość opadów, temperatury od -70°C do 6°C

# Korozja atmosferyczna metali

## - rodzaj atmosfery

---

### **przemysłowa –**

okolice zakładów przemysłowych (wysokie zapylenie, wysokie stężenie SO<sub>2</sub>) – wysoka korozyjność

### **miejska –**

zanieczyszczenia jak w atmosferze przemysłowej, lecz o mniejszym stężeniu, zależnym od pory roku i dnia

### **wiejska –**

nieznaczne zanieczyszczenia w pobliżu zabudowań gospodarskich – niewielka korozyjność

### **morska –**

duża wilgotność i zawartość chlorków – wysoka korozyjność

### **kopalniana –**

możliwa duża wilgotność i podwyższona temperatura, wyższe stężenie gazów agresywnych – wysoka korozyjność



# Korozja betonu

---

**Beton** jest tworzywem sztucznym uzyskiwanym przez związanie kruszywa za pomocą zaczynu cementowego (piasek, spoiwo, woda) nazywanego po stwardnieniu kamieniem cementowym. Jako materiał budowlany, beton podlega korozji, co związane jest z jego ekspozycją na warunki atmosferyczne.



# Korozja betonu ługująca

---

Wywołana jest przez bardzo miękką wodę, która zawiera mało soli rozpuszczalnych. Korozja następuje w skutek rozpuszczania i wyługowywania wodorotlenku wapnia ( $\text{CaCO}_3$ ). Największą wrażliwość na tego typu niszczenie wykazuje beton w pierwszym okresie po wykonaniu, kiedy jeszcze  $\text{CaCO}_3$  występuje w słabo wykryształizowanej postaci.

# Korozja betonu kwasowa

---

Wywołana jest przez wody o kwaśnym odczynie. Niebezpieczne dla betonu wody posiadają  $\text{pH} < 4,0$  oraz zawierają sole bardzo silnych kwasów. Agresywne działanie kwaśnych wód polega na eliminowaniu  $\text{CaCO}_3$ , a następnie po jego zmniejszeniu lub usunięciu, rozkładu uwodnionych krzemianów i glinianów. Kwaśne wody mogą atakować spoiwo, kruszywo jak i stal w żelbecie.



# Korozja betonu węglanowa

---

Wywołana jest obecnością w powietrzu i w wodzie agresywnego  $\text{CO}_2$  występującego w nadmiarze względem ilości koniecznej do utworzenia węglowodanu wapnia i utrzymania go w roztworze. Wolny  $\text{CO}_2$  może inicjować reakcje destrukcyjne wielu składników stwardniałego zaczynu.

# Korozja betonu siarczanowa

---

Jest najpopularniejszym i najgroźniejszym typem korozji betonu. Polega na tworzeniu się w porach betonu trudno rozpuszczalnych soli, które charakteryzują się znacznym zwiększeniem objętości prowadzącym do koncentracji naprężeń, a z czasem do zniszczenia betonu. W wyniku działania kwasów siarczanowych tworzy się gips.

# Korozja betonu chlorkowa

---



AGH

Występuje jako reakcja na działanie wody morskiej, wód kopalnianych oraz środków odładzających. W wyniku takich działań powstają ekspansywne sole podwójne powodujące liczne destrukcyjne procesy w strukturze betonu.



**KONIEC**