

# PROTOKOL

č. C2858c

Masarykova univerzita

PF – Ústav chemie

Chemie konzervování a restaurování



<b>Předmět:</b>	Znehodnocování a povrchové úpravy materiálů - cvičení	<b>Datum:</b>	
<b>Téma:</b>	Kvantifikace koroze a stanovení tolerancí korozních průníků	<b>Číslo:</b>	04

<b>Posluchač(ka):</b>	
-----------------------	--

Oddíl	Pododdíl	Text
-------	----------	------

## 1 POPIS PRAKTICKÉHO CVIČENÍ

### 1.1 Úvod

Koroze je proces, jímž se povrch kovových výrobků znehodnocuje různými formami, závislými na činitelích korozního systému. Jevové formy korozního znehodnocení jsou obvykle rozdělovány na dvě základní skupiny – rovnoměrnou a nerovnoměrnou korozi.

Koroze rovnoměrná se vyskytuje na celém korodujícím povrchu, nerovnoměrná koroze má lokální charakter. Mezi nerovnoměrné druhy se řadí velmi rozšířené jevové formy: důlková a bodová, často označovaná jako „pitting“. Pokud je průměr korozního projevu  $d \geq h$ , jedná se o korozní projev důlkového charakteru, opačně o korozní projev bodového charakteru. Forma stanovení průměru a hloubky je zřejmá z obr. 1.

#### Kvantifikace rovnoměrné korozní formy se provádí pomocí ukazatele:

- **úbytek rozměru korozí**  $L_r$  vyjadřující hodnotu penetrace korozního působení směrem od původního povrchu kovu. Vyjadřuje se obvykle v  $\mu\text{m}$ ;
- **hmotnostní úbytek korozí**  $\Delta m_s$  podle vzorce  $\Delta m_s = (m_0 - m_t)/S$ , kde  $m_0$  je původní hmotnost materiálu,  $m_t$  hmotnost materiálu po korozní expozici a odstranění korozních zplodin,  $S$  plocha korodujícího kovu. Vyjadřuje se obvykle v  $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ .

#### Kvantifikace nerovnoměrné korozní formy se provádí pomocí ukazatele:

- **úbytek rozměru korozí**  $L_r$  vyjadřující hodnotu penetrace korozního působení směrem od původního povrchu kovu. Vyjadřuje se obvykle v  $\mu\text{m}$ ;
- **maximální úbytek rozměru korozí**  $L_{r(\text{max})}$  vyjadřující nejvyšší hodnotu penetrace korozního působení směrem od původního povrchu kovu. Vyjadřuje se obvykle v  $\mu\text{m}$ ;
- **koeficient nerovnoměrné (bodové) koroze**  $K_B$  podle vzorce  $K_B = L_{r(\text{max})}/L_{r(\text{stř})}$

V rámci praktického cvičení je úkolem stanovit technický význam korozního porušení z metalografického obrázku.

### 1.2 Experimentální část

#### Metalografický záznam I

Na obrázku 2 v příloze je uveden metalografický záznam nerovnoměrného typu korozního narušení (pitting) ocelového profilu při zvětšení 500 x. Bodový charakter lze odvodit z obrázku, na kterém je zcela zřejmá větší hloubka napadení než převažující průměr narušení. Kvantifikaci této korozní formy lze provést pomocí úbytku rozměru korozí  $L_r$  a určením maximálního úbytku rozměru korozí  $L_{r(\text{max})}$ .

#### Stanovení průniku korozí nerovnoměrné formy

Provádí se na metalografickém snímku 2 (zvětšení 500 x). Pomocí pravítka se stanoví hodnoty průniku korozí v mm, přepočítají na  $\mu\text{m}$  a upraví na hodnotu pro uvedené zvětšení. Výsledky dosažené při měření se uvádí v tabulce 1.

Oddíl	Pododdíl	Text
-------	----------	------

### **Metalografický záznam II**

Na obrázku 3 v příloze je uveden metalografický záznam II rovnoměrného typu korozního narušení oceli při zvětšení 100 x. Kvantifikaci této korozní formy lze provést pomocí úbytku rozměru korozí  $L_r$ .

#### **Stanovení průniku korozí rovnoměrné formy**

Provádí se na metalografickém snímku 1 (zvětšení 100 x). Pomocí pravítka se stanoví náhodně na 12 lokalitách hodnota průniku korozí v mm, ta přečte na  $\mu\text{m}$  a upraví na hodnotu pro uvedené zvětšení. Výsledky dosažené při měření jsou uvedeny v tabulce 2.

#### **1.3 Zpracování výsledků**

Výsledky se zpracují pomocí statistických metod s důrazem na stanovení intervalu spolehlivosti a horní mez intervalu. Pro vypočtené hodnoty rozměrů korozí se má stanovit, zda hodnota penetrace má pro celkový profil technický význam v případě, že pro nosný ocelový profil tloušťky 3 mm je povolena tolerance korozního průniku max. 15 %.

#### **1.4 Souhrn výsledků – závěr protokolu**

Výsledky korozních průníků se uvedou do tabulky a zpracuje závěr.

*Tabulka 1 – Průnik korozí při nerovnoměrné korozí – zvětšení 500 x*

Průnik korozí	Základní měření	Kontrolní měření
Stanovená hodnota (mm)		
Stanovená hodnota ( $\mu\text{m}$ )		
Průnik korozí reálný ( $\mu\text{m}$ )		

*Tabulka 2 – Průnik korozí při rovnoměrné korozí – zvětšení 100 x*

Průnik	1	2	3	4	5	6	7	8	9
(mm)									
( $\mu\text{m}$ )									
( $\mu\text{m}$ ) podle zvětšení									

Vypočteny výběrové charakteristiky: výběrový průměr  $\bar{x}$ :

výběrová směrodatná odchylka  $s$ :

#### **Stanovení intervalu střední hodnoty $\bar{x}$ rovnoměrné koroze**

Vypočítané výběrové charakteristiky byly použity pro výpočet konfidenčního intervalu střední hodnoty  $\bar{x}$ . Intervalový odhad střední hodnoty základního souboru  $\bar{x}$  byl vypočítán podle vzorce:  $\bar{x} \pm CI$ , kde  $CI = t_{\alpha(n-1)} * (s / \sqrt{n-1})$

$t_{\alpha(n-1)}$  je kritická hodnota t-rozdělení pro počet stupňů volnosti  $\nu = n-1$  při hladině významnosti  $\alpha = 0,05$  (hodnota kritéria  $t_{\alpha(n-1)} = 1,796$ ).

Vypočítaný interval spolehlivosti:

#### **Stanovení maximální povolené penetrace průnikem korozí pro ocelový profil**

Ocelový profil je tloušťky 3 mm, tj.  $\mu\text{m}$ :

Povolená tolerance 15 % tloušťky, tj.  $\mu\text{m}$ :

Maximální korozní průnik ( $\mu\text{m}$ ):

Korozní průnik ( % původní tloušťky materiálu):

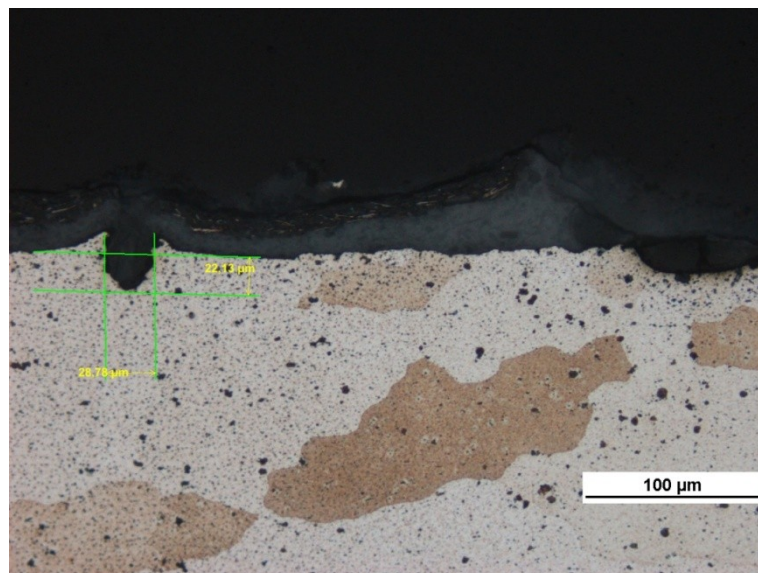
Oddíl	Pododdíl	Text
-------	----------	------

### SOUHRN VÝSLEDKŮ A ZÁVĚR

Výsledky praktického cvičení se sumarizují do dvou základních poznatků:

- Průnik korozí u nerovnoměrné důlkové formy koroze byl stanoven ( $\mu\text{m}$ ):
- Průnik korozí dosahuje – nedosahuje<sup>\*)</sup> hodnoty povolené tolerance 15 %:
- Průnik korozí u rovnoměrné formy koroze byl stanoven v intervalu:
- Protože s 90 % pravděpodobností průnik korozí dosahuje max. hodnoty ( $\mu\text{m}$ ):
  - a) průnik korozí dosahuje – nedosahuje<sup>\*)</sup> hodnoty povolené tolerance 15 %:
  - b) může – nemůže<sup>\*</sup> být způsobeno znehodnocení nosného profilu, např. při mechanickém namáhání.

*\*) nevhodné přeškrtněte nebo vymažte*

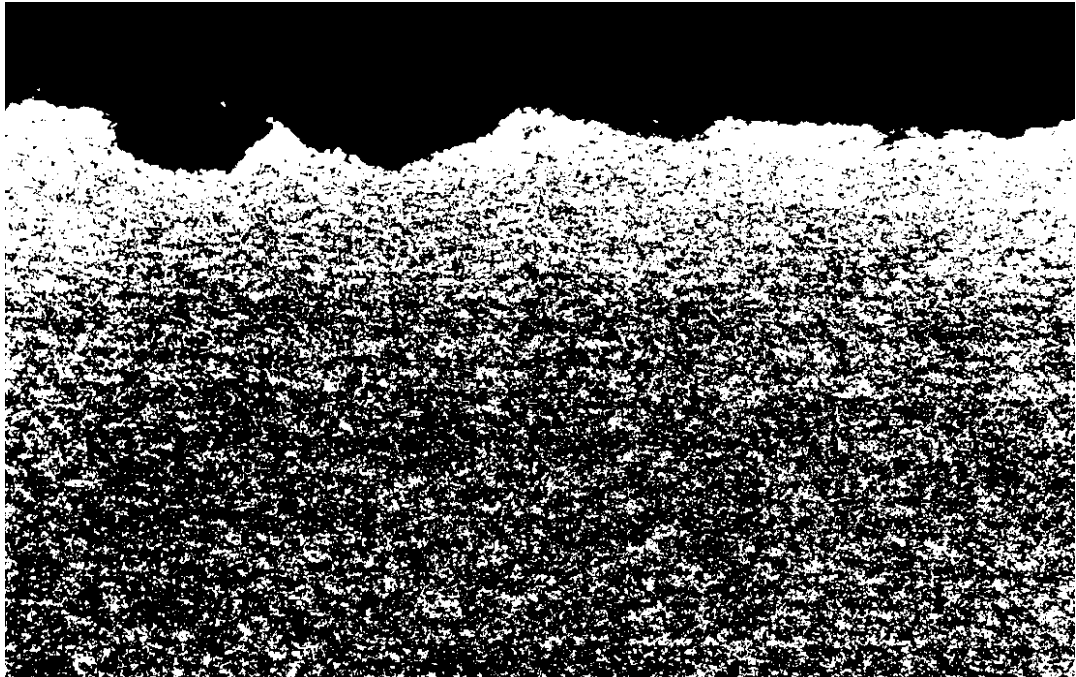


**Obr. 1 - Bodová koroze hliníku:  $h = 28,78 \mu\text{m} \geq d = 22,13 \mu\text{m}$**

Příklad posouzení hloubky a šířky korozního projevu



Obrázek 2 - Metalografický záznam korozního narušení oceli (zvětšeno 500 x)



Obr. 3 - Metalografický záznam korozního narušení oceli (zvětšeno 100 x)

---

**2 PŘÍLOHY PRAKTICKÉHO CVIČENÍ - I**

---

**OBR. 1**

Vzorek skla – původní stav

**OBR. 2**

Vzorek skla  
graffiti

**OBR. 3**

Vzorek skla  
po odstranění graffiti

---

---

**2 PŘÍLOHY PRAKTICKÉHO CVIČENÍ - II**

---

**OBR. 1**

Vzorek syntetický nátěr – původní stav

**OBR. 2**

Vzorek syntetický nátěr  
graffiti

**OBR. 3**

Vzorek syntetický nátěr  
po odstranění graffiti

---

---

---

**2 PŘÍLOHY PRAKTICKÉHO CVIČENÍ - III**

---

**OBR. 1**

Vzorek dřevo – původní stav

**OBR. 2**

Vzorek dřevo  
graffiti

**OBR. 3**

Vzorek dřevo  
po odstranění graffiti



