



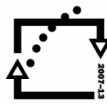
evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost



ZÁPADOČESKÁ  
UNIVERZITA  
V PLZNI

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Projekt CZ.1.07/2.2.00/15.0383  
Inovace studijního oboru Dopravní a manipulační technika  
s ohledem na potřeby trhu práce

# **Materiály nekovové**

## **Část 1. 2 – Cihlářská technologie**

Doprovodný učební text k předmětu  
KMM/MN – Materiály nekovové

**doc.Ing.Petr Duchecký, CSc.**

**2013**

## CIHLÁŘSKÁ TECHNOLOGIE

Nežárovzdorné výrobky pórovinový barevný střep (cihlově červený, okroví)

### Historie:

První uznaně prokázané pálené cihly: První století 4.tis.let př.n.l.  
(Sumerové v jižní Babylonii)

Předtím vepřovice, Římané akvadukty

Thermy ( lázně)

Velká čínská zeď 214 – 194 p.ř.n.l.

V našich zemích od 9 století (s křesťanstvím )

Cihelny – rozvoj od 14 století



### Suroviny:

jílovinové zeminy

Uhličitanové zeminy

### Škodliviny:

$\text{CaCO}_3$  –cicvár

Slepené uvitř duté valounky obj: experimentálně

Po styku s vodou trhání

$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  sádrovec

### Vedlejší suroviny:

ostřiva – písek, cihlová drť

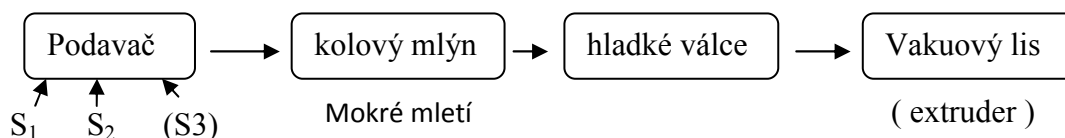
lehčiva

– Křemelina, škvára ( nespálí se )

– uhelný mour, piliny rašelina ( spálí se )

### Příprava hmoty:

Letnění, zimmnění na haldách (homogenizace)

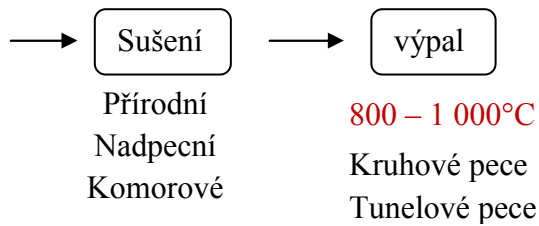


### Výroba:

a) zamokra ( 20÷30% vlhkosti )

b) polosuché ( 10÷20% vlhkosti )

c) zasucha pouze ( 4÷10% vlhkosti )



### Lehčená keramická staviva

Objemová hmotnost < 1 000 kg/m<sup>3</sup>

Vysoká nasákavost ( 60 ÷ 130% )

a) Tvrzené hydraulická vazba

Křemelinové cihly

b) Pálené

křemelinová staviva

Pěnošamotová

Keramoperlitová

add a) Hmota

30 ÷ 35% křemelina

20 ÷ 35% piliny

25 ÷ 30% cement 350 P

8 ÷ 10% vápenný hydrát

Výroba:

Strojní dusání do forem.

Popřípadě vibrační lisování na hydraulických lisech

( například: střešní desková krytina )

Páření:

Horká pára v autoklávu 170 ÷ 180°C až po dobu 8 ÷ 11 hodin

( hydrotermální reakce )

Křemelina + Ca(OH)<sub>2</sub> + cement => Ca<sub>2</sub>SiO<sub>4</sub> ....

(+Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ...)

Add b) Hmota 65% křemeliny – 35% pliny Výpal 700°C, tunelová pec

## ŽÁRUVZDORNÉ MATERIÁLY

( Něm: feuerfeststoffe, Refractories )

Musí odolat teplotě nejméně 1 500°C.

(Tj. nesmí se projevit: měknutí, deformace, tavení)

Parametry:

1. Únosnost v žáru při zatížení (  $2\text{kP/cm}^2$  )  
min. teplota, při které se začíná projevovat trvalá deformace
2. Objemová stálost při vyšších teplotách  
objemová dilatace ( kontrakce ) daná dodatečnými reakcemi  
( změna vnitřní struktury ) ( především klemby )
3. Odolnost proti náhlím změnám teploty ( tj. odolnost vůči praskání )
4. Korozivzdornost proti působení strusky
5. Mechanická pevnost ( v tahu dostačuje  $>250\text{kP/cm}^2$  )

Rozdělení:

1. Dinas
2. Šamot
3. Magnezitchrommag.
4. Dolomitické
5. Uhlíkové

### Šamotové výrobky

Chemie:

bezvodé aluminosilikáty

$X\text{ Al}_2\text{O}_3 \cdot Y\text{ SiO}_2 \cdot \dots$

Šamot	Obyčejný	$\text{Al}_2\text{O}_3 : 32\div 40\%$
	Tvrký	
	Kyselí	$\text{Al}_2\text{O}_3 : 24\%$ $\text{SiO}_2 : 72\%$

( lehčený spalitelnými příměsi ) + pěnošamot

Suroviny:

1. Ostřiva ( neplastická )  
– Pálený lupek ( jílovec )

- Pálený jíl
  - Porcelánové střepy, křemenný písek(  $\text{SiO}_2$  )
2. Plastické suroviny
- Žárovzdorné jíly

3. Ostatní:

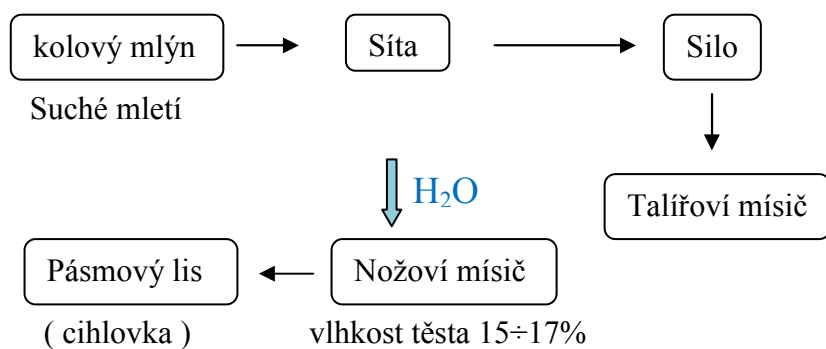
- Pojiva ( lepiva )

*Příprava hmoty:*

Granulometrie + Empírie

Otrivo 50÷75%

Vazný jíl 25÷50%



Drolenková šamotová hmota 9÷12%

Polosuchá prášková hmota ( pro lisování ) 6÷8%  $\text{H}_2\text{O}$

Ruční z plastického těsta ( dusání do formy ) - Možnost tvorby i z drolenky

Výroba:

Lisování z plaveného těsta, drolenky i prášku

$P = 200 \div 500$  atmosfér - Pro tvrdé mat 600÷1000 atmosfér

Sušení:

- a) Volné
- b) Komorová sušička
- c) Tunelová sušička

Sušení 10÷15hod. 1÷2% vlhkosti

Výpal:

1320°C ÷ 1450 °C

~200 °C

*Voda*

450 ÷ 600 °C

*Krystalicky  
modifikování křemen*

>

1000 °C

*Mullit  
2SiO<sub>2</sub> 3Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>*

Použití:

Vyzdívky vysokých pecí ( hutní )

-Ocelářských pecí

-Šachtové pece

30kg šamotu/1tunu oceli

Sklářství, cementářská keramické pece ( Silikátový průmysl )

Koksárenské a plynárenské pece  $\rho = 2\,380 \div 2\,450 \text{ kg/m}^3$

Dinas:

Hutní+sklářské pece

Koksárenský  $\rho = 2\,320 \div 2\,380 \text{ kg/m}^3$

Suroviny:

Křemence

Dinas

Písky

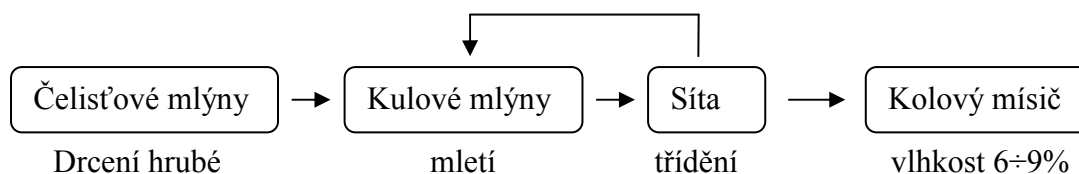
Pomocné:

sulfitický louh, pálené vápno

Křemence:

Výhodná je přítomnost mineralizátorů CaO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

Příprava výrobní hmoty:



Výroba a zpracování:

Hlavně využíváno strojního lisování

Ruční tváření jen minimálně

$P = 300 \div 600$  atmosféry

Objemový nárůst  $3 \div 4\%$  při pálení

Sušení:

$1 \div 1,5\%$  vlhkosti  $\sim 200^\circ\text{C}$

Výpal:

$1370 \div 1430^\circ\text{C}$  Pece komorové i tunelové

Přeměny:

$450 \div 550^\circ\text{C}$   $\text{Ca(OH)}_2 \rightarrow \text{CaO}$

$573^\circ\text{C}$   $\beta$ -křemen  $\rightarrow$   $\alpha$ -křemen

$\alpha$ -křemen  $800 \div 1100^\circ\text{C}$

Kyselé stavivo:

Dobře odolává kyselým struskám, dobrá tepelná vodivost.

( u zásaditých by se zredukovali a nic ) ( pozor na vyzdívky )

Použití:

70% Výroba ocel ( SM-Pece )

20% Koksovny ( plynové komory )

Zbývá část:

Sklářský a keramický průmysl. ( vany, hořákové )

Magnezitové výrobky:

Suroviny:  $\text{MgCO}_3$

$\text{CaCO}_3$   $\text{MgCO}_3$   $\text{SiO}_2$

Výpal:

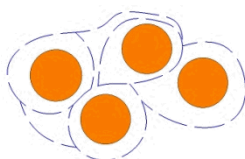
$1450 \div 1600^\circ\text{C}$

Vypálené výrobky:

periklas  $\text{MgO}$

Tmel:

$\text{CaMgSiO}_4$



Zásadité výrobky = dobra tepelná vodivost

Únosnost v žáru 1 450÷1 700°C

Malá odolnost proti náhlím změnám teploty.

Využití:

Vyzdívky ocelářských pecí (  $t > 1\,200^{\circ}\text{C}$  )

Sklářské pece, cementárny.

Magnezitové a chrom magnezitové výrobky:

55÷80% 5÷18% 25÷55%MgO 8÷34%

Suroviny:

Chromit  $\text{FeCr}_2\text{O}_4$  ( $\geq 85\%$  )  $\text{SiO}_2$  škodí

(  $\text{FeO}$   $\text{Cr}_2\text{O}_3$  )

Výpal:

Použití:

1 470 ÷ 1 600°C Slabě oxidační atmosféra

Použití:

Ocelářské pece, cementářské pece + Výroba vápna

Tuhové Výrobky:

$t_{\text{tav}} = 3\,800^{\circ}\text{C}$

$t_{\text{měk}} = 2\,500^{\circ}\text{C}$

1. Tuhové tavící kelímky

2. Zátky a výlevky ( Lití oceli )

Suroviny:

1. Vločková tuha (  $> 92\% \text{ C}$  ) 40÷60

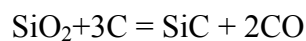
2. Žárovzdorný jíl 30÷40

3. Lupek 5÷15

Výpal:

900÷1 000°C Redukční prostředí

Siliciumkarbidové výrobky  $\text{SiC}$  :





NaCl dřevěné piliny

Elektrické tavení 600÷2 000°C

SiC tvrdost 9.5 Dle Mohrovy stupnice

Vysoká tepelná vodivost

Nízký součinitel tepelné roztažnosti

Mechanická pevnost

Využití:

Brusiva