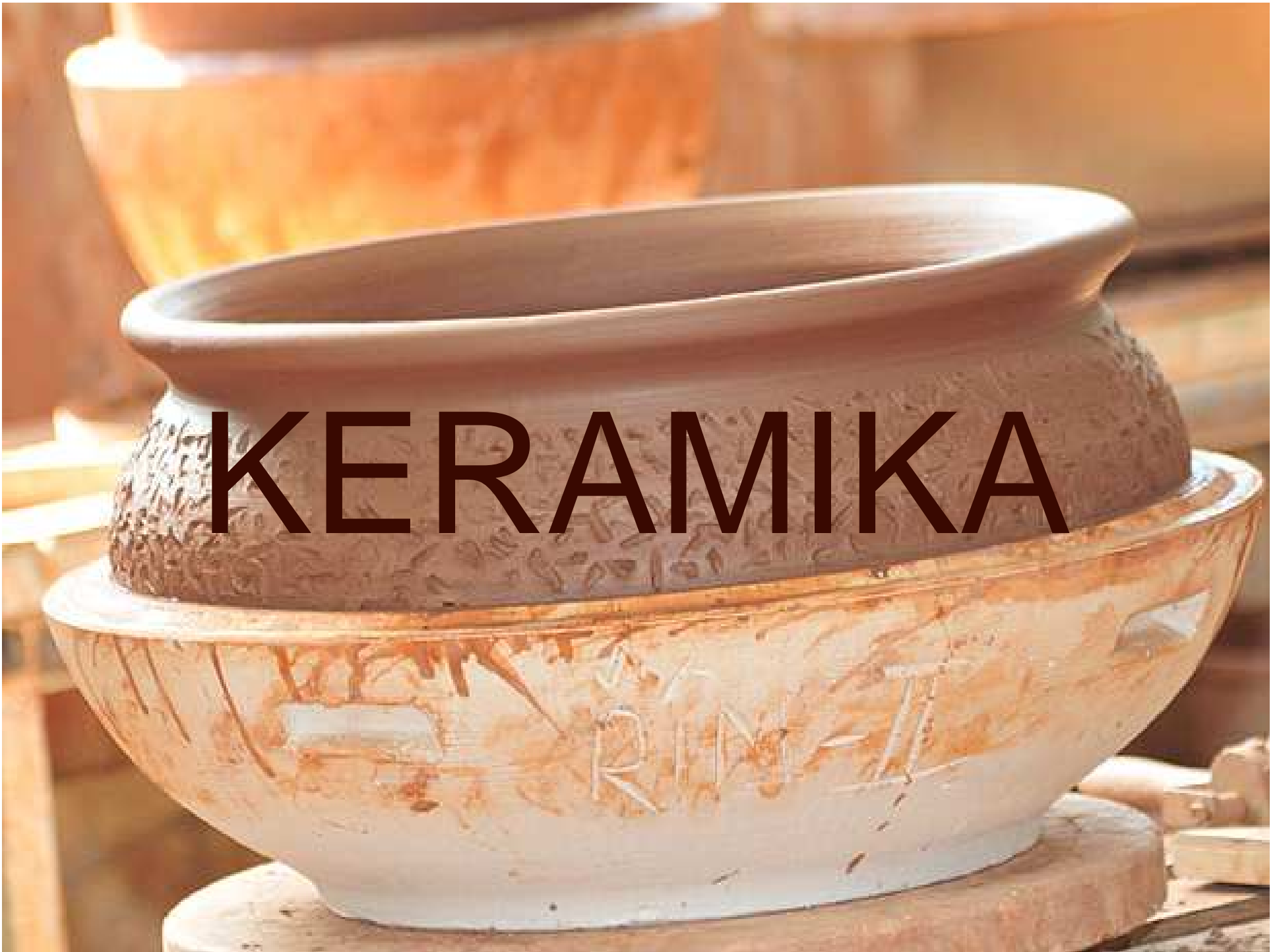


KERAMIKA



Keramika

- soudržná polykrystalická látka, získaná převážně z přírodních anorganických nekovových surovin s určitým podílem skelné fáze, získaná zpracováním do tvaru a vypálením v žáru, při kterém dojde slinováním ke zpevnění a dosažení požadovaných fyzikálně mechanických vlastností
- výrobky vzniklé pálením keramických surovin, k nimž patří zejména hlíny, jíly, kaolíny, spraše, jílovité břidlice, lupky atd., tedy využívání anorganických nerudných surovin. Pro keramický průmysl je typické, že výrobky jsou tvarovány za studena a potom zpevňovány pálením, případně se vyrábí odléváním taveniny

Technologický postup výroby

1) těžba, úprava a zpracování surovin

2) vytváření za normální teploty

3) sušení výrobků

4) výpal za vysokých teplot

1) úprava a zpracování surovin

a) **za mokra** - častěji

- rozplavování suroviny v přebytku vody za vzniku suspenze kalu, z něhož se usazováním nebo na sítě odstraní hrubší zrna příměsí

b) **za sucha**

- drcení, mletí a třídění vhodnými zařízeními - drtící válce, různé drtiče, sušící mlýny, hrotové mlýny a síta

účelem použití obou způsobů je dosažení stejnorodosti výrobní směsi



2) vytváření za normální teploty

Vytváření

ruční nebo strojní převedení výrobní směsi s upravenými vlastnosti do předepsaného tvaru

Podle obsahu vody (konzistence) tři vytvářecí způsoby:

vytváření z plastického těsta

tažením na šnekových lisech, lisováním nebo vytáčením na hrncířském kruhu
obsah rozdělovací vody okolo 25 %

vytváření ze zavhlé směsi (= drolenky)

suchý způsob - vytváření lisováním, kde obsah vody od 8 do 12 %

vytváření z břečky

litím do tlustostěnných vysušených sádrových forem, tzn. při přebytku vody, které se pohybuje okolo 40 %

3) sušení

- výrobek (zvláště z plastického těsta) obsahuje značné množství vody - nutno před pálením odstranit sušením

probíhají dva základní děje – **dehydratace a smršťování**; odstraňuje se mechanicky vázaná voda

různými způsoby:

- volně v přírodě – nejjednodušší – např. u ručně zhotovovaných cihel
- v krytých kúlnách
- v uzavřených prostorách kolem pecí
- v příhradách nad pecemi

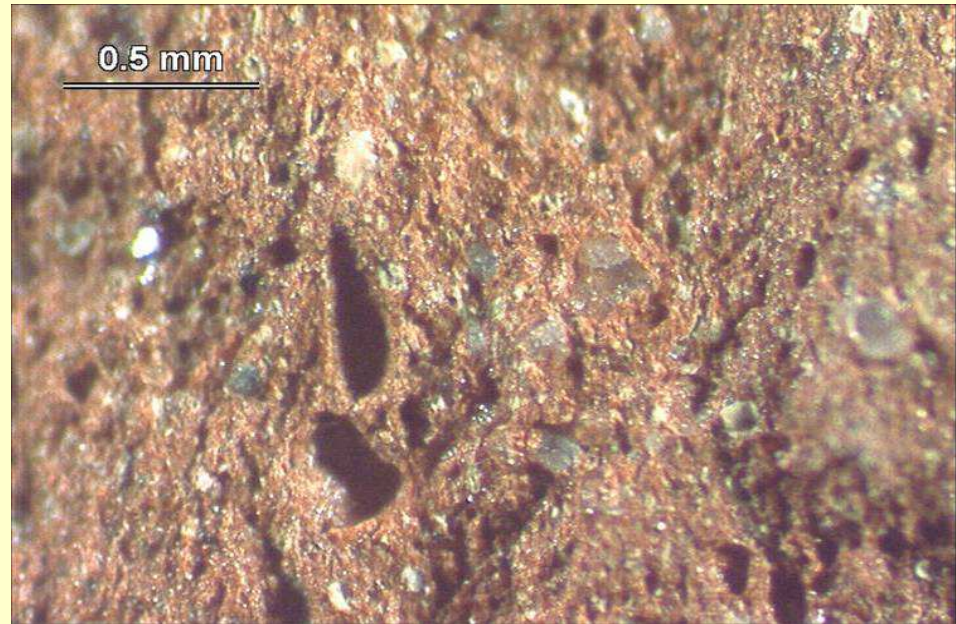
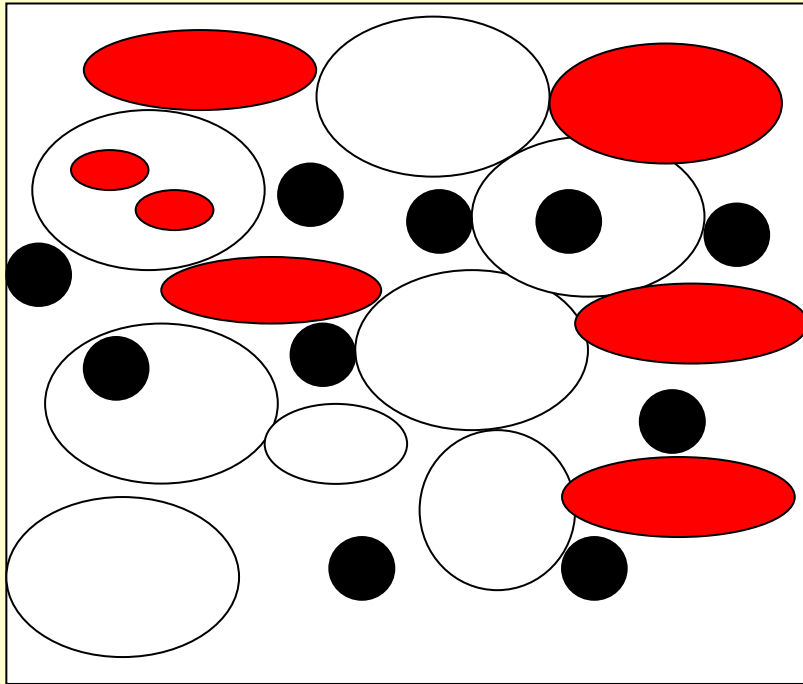
4) výpal

- výrobek získává své charakteristické vlastnosti - stálost tvaru, pevnost, barvu, tepelně technické vlastnosti, odolnost proti působení povětrnosti, agresivním látkám apod.
- teploty **900 - 1400 °C**
- kompaktace pórovité látky o malé pevnosti (syrového střepu) na výrobek (vypálený střep) mnohonásobně pevnější
- zpevňování se děje **slinováním** - v žáru dochází k chemickým reakcím v tuhé fázi za částečného vzniku taveniny, která utuhne a vytvoří ve střepu spojovací skelnou fázi bez nutnosti tavení
- tomuto spojování říkáme **keramická vazba**

suché výrobky se zpevňují pálením:

- v jednom ohni – některá hrnčina a kamenina
- ve dvou ohních – přežahují-li se před glazováním, nanáší se malba na přežahovaný střep – např. u některé hrnčiny, běliny, kameniny a porcelánu
- ve třech ohních – např. při zdobení malbou mezi dvěma glazurami, nebo při vypalování maleb na glazuře

Mikrostruktura



Keramické suroviny

I. dle původu – přírodní

syntetické

druhotné (piliny, papírenské hmoty - lehčiva)

II. dle fce v keramickém střepu - **střepové** (tvoří vlastní keramický výrobek)

nástřepové (suroviny pro povrchové úpravy a zdobení)

pomocné

III. dle chování po rozdělení vodou - **plastické**

neplastické

Plastické suroviny

1) **jílové minerály** – kaolinit, montmorillonit, illit, chlorit

+ obsah neplastických minerálů (křemen, živce, slídy, vápenec, oxidy a hydroxidy železa)

=>

2) **jílové zeminy** – jíly, hlíny, kaoliny – tj. dle obsahu jíloviny

velikost zrnitých částic - < 2 μm – jílovina

2-50 μm – prachovina

50 μm – 2 mm - pískovina

jíly - obsah nad 50 % jíloviny

hlíny - 20-50 % jíloviny a 50-80 % prachoviny s pískovinou

kaoliny - 45-65 % jíloviny, zbytek prachoviny

(**prachy** nad 30 % prachoviny, pod 50 % pískoviny a pod 20 % jíloviny

písky nad 50% pískoviny a pod 20 % jíloviny)

Mineralogické složení jílovitých zemin

jílové minerály (kaolinit, montmorillonit, illit, chlorit) + **nejílové minerály** (křemen, slídy, živce, vápenec)

skupina kaolinitu – dvouvrstvé minerály

- kaolinit $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (pravidelně uspořádané dvojvrstvy)
- halloysit $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ (méně pravidelně uspořádané dvojvrstvy)

skupina montmorillonitu

chem.složení, $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$, kationty a voda mezi vrstvami – možnost bobtnání

skupina illitu (= jílových slíd či hydroslíd)

$n\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ve své struktuře podobné montmorillonitu

skupina chloritu vyskytující se hojně v cihlářských zeminách, chem.

$10\text{MgO} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$

Plastické suroviny

Mineralogické složení jílovitých zemin

nejílové podíly v jílových zeminách

Křemen – ostrohranný, jemně rozptýlený, snižuje citlivost k sušení

Živce – méně tvrdý než SiO_2 , snižuje teplotu slinutí a žáruvzdornost

Slídy – ve formě průhledných (muskovit)/černých (biotit) šupinek

Vápenec – tavivo snižující dobu slinování

Organické látky – dávají zemině barvu, v přítomnosti oxidů Fe lepší slinutí střepe

Hydroxidy železa – zabarvení zeminy

Těžba

Kaolinity – Karlovarsko, Plzeňsko

Jíly – Chebsko, Žatecko, Velké Opatovice, Chomutovsko

Neplastické keramické suroviny

rozděláním s vodou netvoří plastické těsto - ostřiva, taviva, lehčiva

OSTŘIVA – snižují citlivost k sušení a smrštění sušením

krystalický křemen, křemelina (usazené schránky rozsivek), šamot, korund, vápenec, dolomit

TAVIVA – snižují teplotu výpalu, spojují krystalické fáze střepe, reaguje s nimi ze živců – ortoklas, albit; syenit, pegmatit

LEHČIVA – snižují objemovou hmotnost střepe

- **působící přímo** jsou látky s malou objemovou hmotností, např. křemelina.
- **působící nepřímo** vytvářejí po vyhoření póry, čímž zlehčují střepe, např. rašelina, piliny, dřevěná drť, příp. organické látky - polystyren, naftalin.

Suroviny pro úpravu keramického střepe

zušlechťování keramických výtvořků

VYBARVOVÁNÍ STŘEPU

- provádí se u některých druhů užitkového a ozdobného porcelánu
- probarvení střepe se dociluje přidávkem barvicích oxidů (výběr omezen vzhledem k vysokým teplotám)



GLAZURY - sklovité povlaky na keramice, zajišťují neprosákavost výrobku, estetická funkce

- glazura se nanáší na vysušený nebo přežahnutý výtvorek
- nanášení glazur:
 - za mokra – poléváním nebo máčením v glazuře
 - za sucha – poprašováním

Suroviny pro glazury

Kmenové (základní) suroviny – křemen, živce, vápenec, křemen, borax

Kaliva – zakalují bezbarvé glazury – pro krycí nebo polokrycí glazury

Barviva – do bezbarvých nebo bílých glazur k probarvení - oxidy a soli kovů

Druhy glazur

Průhledné glazury - bezbarvé i barevné

- Bezbarvé - základní glazury užívané převážně na překrytí podglazurních dekorů
- Barevné - zabarvené oxidy kovů přidávanými do základní bezbarvé glazury
- Krycí - glazury zneprůhledněné kalivy, např. oxidem cíničitým (SnO_2), oxidem antimoničitým (Sb_2O_5), příp. oxidem zinečnatým (ZnO) pro alkalické glazury
- Matné - obsahují více vápna, oxidu zinečnatého a hlinitých součástí, méně křemíku

Stékavé glazury - při vypalování stékají po předmětu dolů a vytvářejí náhodné barevné obrazce. Vyrábějí se průmyslově.

Trhlinkové glazury - trhlinky vznikají díky rozdílné teplotní roztažnosti glazury a keramiky



Druhy glazur

Krystalické - při chladnutí vytvářejí barevné krystaly. Barvy a velikost krystalů lze ovlivnit volbou oxidu kovu

Listrové - obsahují 1-5 % oxidu kovu. Po vypálení se listrují v silně redukční atmosféře (při teplotě asi 800 °C). Jako redukovač lze použít naftalín, asfalt, dřevěné uhlí...



Zemité - připravují se z přírodních materiálů, např. živců, křemene, vápence...

Solná glazura - na konci pálení se do pece vhodí kuchyňská sůl, která se rozloží na oxid sodný (Na_2O) a chlorovodík (páry se srážejí na povrchu výrobků, reagují s jeho střepekem a vedou ke vzniku křemičitanů, které tvoří podstatu tenké sklovité vrstvy)

ENGOBY – hutné nezeskelněné vrstvy, nanášeny pod glazury ke zlepšení estetických vlastností, musí se tavit při vyšší teplotě než glazury

způsoby nanášení engoby:

- ponořením
- poléváním
- natíráním štětcem na polovysušený výrobek
- plátování – slisování těstovité, popř. práškovité engobovací vrstvy s podkladovou základní střeptovou hmotou
- nanesená engoba se vypaluje po případném vysušení výrobku, současně se střeptovou hmotou

MALOVÁNÍ

výrobky se zdobí:

- pod glazurou – malby jsou nejtrvanlivější
- na glazuře – výrobky se ještě zpevňují třetím výpalem; nakreslený dekor není chráněn; tento způsob zdobení je přesto více rozšířen

techniky zdobení:

- **tisk** – vzor se nanáší pomocí pryžového razítka
- **obtisk** – vzor se nejprve natiskne na jemný papírek (nejlépe cigaretový) a z papírku se přenáší na povrch výrobku
- **decalcomanie** – mnohobarevné hromadné vzory se nanášejí pomocí speciálních obtisků
- **sítotisk** – přímé snímání dekoru ze šablony na výrobek se provádí strojově; tiskovou formu tvoří jemná tkanina – síťovina; při výrobě šablony se zakrývají místa, která se nemají tisknout, kdežto obraz určený k tisku se nechá otevřený, aby se barva mohla stěrkou při tisku volně protlačovat

- **fotokeramicky** – obraz se přenáší na povrch výrobku z diapozitivu; keramické fotografie se uplatňují tam, kde je potřeba zachytit co nejvěrněji základní předlohu (hroby)
- **ruční malba** – keramické barvy se nanášejí na povrch výrobku perem nebo štětcem a zpevňují se vypálením
- **leptání** – je technicky velmi náročná dekorační technika, která se uplatňuje u porcelánu; provádí se obdobně jako u skla pomocí kyseliny fluorovodíkové, která leptá glazuru porcelánu; po umytí asfaltu se vyleptaná místa zlatí
- **zdobení falešným leptem** – výrobek se nejprve pozlatí a pak se leptá – neleptá se tedy glazura, ale nanesený kov

Členění keramiky

Hrubá keramika

Cihlářské zboží

- střep je pórovitý, nejčastěji tmavočervený, popř. žlutý a neglazovaný
- hlavně ke stavebním účelům – cihly plné, duté, lehčené, keramické stropní panely, břidlice, drenážní roury, kachle, podlahové dlaždice, kanalizační roury

Žáruvzdorná keramika

- je materiál, který má bod deformace nejméně 1 580 °C základními složkami žáruvzdorných hmot jsou žáruvzdorné hlíny nebo minerály např.:
- *šamot* – cihly, tvarovky pro vyzdívku kotlů, topenišť
- *dinas* – k výrobě cihel a tvarovek k vyzdívání elektr. pecí
- *magnezit* – výrobky mají vysokou žáruvzdornost (až 2 000 °C)
- *mullit* – např. hořáky pro plynové pece
- *korund* – čistý oxid hlinitý, svíčky do motorů
- *sikarbid* – výroba ze směsi křemene, koksu, dřevěných pilin a soli v odporové elektrické peci; v chemickém průmyslu zákl. hmota pro výrobu brusiv (karborundum)
- *grafit* – vysoce žáruvzdorná hmota, vysoká chemická odolnost

Jemná keramika

Hrnčířské zboží

- tzv. hrnčina – má pórovitý a barevný střep, nejčastěji s hnědou glazurou
- výroba z lepších cihlářských jíílů a hlín
- výrobky dobře snáší teplotní změny a dají se zahřívat přímým plamenem

Použití:

hrnce, sádláky, pekáče, kastroly, lívanečníky, mísy, formy na pečení, pivní holby, odlivky, džbány, kadečky na zelí, sudy na vodu, odpařovače, květináče, misky,

- neglazované výrobky se označují jako „režné“

Fajans

- má pórovitý bílý střep, opatřený mléčně bílou glazurou
- obkladačky, výroba ozdobného a figurálního zboží

Majolika

- má pórovitý barevný střep s barevnými glazurami; používá se hlavně na ozdobné předměty, figurální, umělecké i užitkové zboží, výroba lidové keramiky (chodské, modranské a slovenské)

Pórovina – bělina

- má bílý pórovitý střep – je opatřená glazurou
- podobný sortiment jako z porcelánu – obkladačky, nápojové a stolní nádoby

Terakota

- má střep různé struktury, barvy cihlově červené, žlutavé až bělavé, zpravidla neglazovaný
- výroba uměleckých předmětů (př. sošky)

Kamenina

- má barevný nebo bílý střep; surovinou pro kameninu jsou kameninové jíly s přísadou křemene a živce
- ke konci vypalování se glazuje solnou glazurou – žlutá až tmavohnědá sklovitá glazura
- bělostřepá kamenina se označuje jako kamenina porcelánová – od porcelánu
- se liší nedostatečnou průsvitností střepe
- užití: **kamenina chemická** – kádě, cihly pro vany, nádoby na chemické zboží
- kamenina **kanalizační** – roury, tvarovky, kamenina **stavební** – dlaždice
- kamenina **hospodářská** – koryta, žlaby, kamenina **užitková** – varné nádoby
- lisováním z moučky se vyrábějí dlaždice podlahové a vnější obklady pro stavebnictví (gabřinec)

Porcelán

- nejušlechtilejší keramické zboží – nejdůležitějšími surovinami pro výrobu jsou: kaolín, živec, křemen
- jejich směs se drtí a mele na velmi jemnou zrnitost, hmota se hněte a nakonec tváří

tváření

- vytáčením na vytáčecích strojích pomocí šablon
- ručním nebo strojním lisováním z moučky za sucha
- litím řídké hmoty do sádrových forem (lze vyrábět i výrobky složitých tvarů)

sušení porcelánu se musí provádět opatrněji než při výrobě jiné keramiky, neboť syrový výrobek nemá zpravidla takovou soudržnost jako jiné keramické hmoty; po vysušení se zpravidla ještě provádí úprava výrobku zabrušováním a hlazením povrchu

pálení porcelánu – probíhá ve dvou fázích:

- 1. výpal při teplotě 950 °C – vzniká tzv. „biskvit“
 - 2. výpal – na 1 400 až 1 450 °C – vzniká skutečný porcelán
- mezi jednotlivými výpaly se zpravidla nanášejí glazovací hmoty
 - dekorování porcelánu je obdobné jako u ostatního keramického zboží

Členění porcelánu

- porcelán má slinutý průsvitný, nejčastěji bílý střep

podle obsahu tavit se rozeznává porcelán:

1) tvrdý – (evropský), tzv. pravý; např. karlovarský

2) měkký – obsahuje méně kaolinu – je méně odolný vůči náhlým teplotním změnám;

a) východoasijský – čínský a japonský – vyznačuje se vysokým obsahem křemene, zelenavě prosvítavým střepem s krásnou olovnatou glazurou

b) kostní – fosfátový, anglický – obsahuje 40 – 45% kostního popela; střep se vyznačuje vysokým stupněm bělosti a průsvitnosti; zpravidla olovnatá glazura

dle použití :

1) užitkový – *tlustostěnný* – vhodný pro provoz závodů

– *tenkostěnný* – pro domácnosti, prodej kusově nebo v soupravách

– *varný* – je odolný vůči teplotám

2) ozdobný a figurální porcelán – pro bytové interiéry – sošky, figurky, vázy, svícny

3) technický – pro elektrotechnické a laboratorní účely - rozhodujícími vlastnostmi

jsou izolační schopnost, mechanická, chemická a tepelná odolnost

název degradace	korozní podmínky	příčina	příklad výrobku
stárnutí	- vlhké prostředí	vlhkostní roztažnost : 1. rehydratace nestabilních fází nízkopáleného střepe z jílových surovin 2. reakce neprotavených živcových zrn s vodou u střepe pálených pod teplotou tání živců	neolitická keramika středověká dlažba současná stavební keramika- Hurdisky
		3. v důsledku 1.a 2. nesoulad roztažnosti střepe a glazury	glazované pórovité obkladové materiály
poškození mrazem	voda a mráz	objemový nárůst při změně skupenství vody v led v pórech střepe	archeologické střepe, cihly, pálená střešní krytina
výkvěty	vlhké prostředí a přítomnost ve vodě rozpustných solí	transport rozpustných solí pórovitým střepe na povrch	archeologické střepe, cihlářské výrobky, pálená střešní krytina
kapalinová koroze	působení alkalických roztoků	rozpuštění skelné fáze	glazura na majolice
	organických kyselin		naglazurní Pb dekory
	kyseliny fluorovodíkové		porcelán
korozí za vysokých teplot	horké plyny	pasivní a aktivní oxidace, vznik vrstvy SiO_2 resp. SiO (g); koroze ŽM v regenerátorech, vyzdívky při střídání oxidační a redukční atm.	pálící pouzdra z SiC, kuličky z Si_3N_4 pro hybridní ložiska v kosmonautice;
	horké taveniny	rozpuštění	vyzdívky
nízkoteplotní degradace TZP* Zirkoničitá (Tetragonal Polycrystals) keramika Zirconia	vodní pára teplota 80-300°C	objemový nárůst ~ 4 % při fázovém přechodu ZrO_2 z tetragonální do monoklinické modifikace	konstrukční prvky ze zirkoničité keramiky, např. řezné nástroje
	tělní tekutiny 37 °C, dlouhý časový interval např. 50 let	možný objemový nárůst ~ 4 % při transformaci ZrO_2	implantáty

Stárnutí

- nízký obsah skelné fáze - otevřená pórovitost
- výpal při nízkých teplotách 800-1100°C (vzniká metakaolinit místo mullitu)
- podstata
 - rehydratace materiálu, chemisorpce, reakce vody s neprotavenými a nezreagovanými živci
 - vlhkostní roztažnost – zvětšení objemu
- dlažba, hrnčířské výrobky, pórovinové obkládačky
 - trhlinkování glazury



Poškození mrazem

- zvětšení objemu vody při přechodu do pevné fáze (9%)
- zkoušky – 150 cyklů zmrznutí, rozmrazení



Výkvěty

- Faktory důležité pro vznik výkvětů jsou:
 - přítomnost vlhkosti,
 - přítomnost ve vodě rozpustných látek,
 - pórovité prostředí umožňující rozpuštění solí a jejich difúzní transport k povrchu při vysychání



- **výkvěty bílé barvy (nejčastější)**

- bílé až šedobílé barvy
- negativní vliv na vzhled a mechanickou pevnost povrchové vrstvy cihel
- tvořeny sírany a uhličitany alkalických kovů a zemin
- příčinou transport roztoků těchto solí póry na povrch cihly, voda se odpaří → krystalizace
- Pokud obsahují krystalickou vodu, postupné zvětšení objemu. V pórovité struktuře mohou dosáhnout **krystalizační tlaky** údajně až **100 MPa** - porušení povrchu cihlářského výrobku.
- Nejčastěji Na_2SO_4 , MgSO_4 , K_2SO_4 a CaSO_4

- **barevné výkvěty**

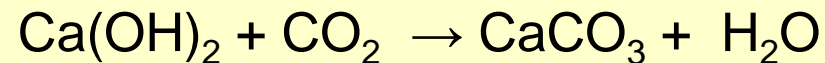
proces je shodný jako u výkvětů bílých, soli navíc obsahují příměsi, které zabarvují povrch např. červenohnědě nebo hnědě - Fe, Mn.

- **sušárenské výkvěty**

vznikají při sušení ve výrobě a vyskytují se na čerstvě vypálených cihlách

- **vápenný nálet**

mléčný závoj na čerstvém zdivu.



- **vápenaté závoje**

tvoří různě intenzivní bílé pásy kolmé k maltové spáře. Deštěm se vyplavuje vápenný hydrát z malty a působením vzdušného oxidu uhličitého karbonizuje na uhličitán vápenatý

Zdroj rozpustných solí:

- v surovině obsažený sádrovec, pyrit FeS_2 (během výpalu se rozkladem vytvářejí ve vodě rozpustné soli)
- v surovině obsažené dolomit nebo kalcit
- sírany se mohou tvořit sorpcí SO_2 z kouřových plynů v povrchových vrstvách střepe
- uložením cihel na vlhkou půdu
- vzlínáním rozpustných solí z malty
- působením kyselého deště (voda okyselená oxidy síry)
- půdní vlhkost pronikající zdivem bez náležité hydroizolace atd.



**Materiály pro konzervování
předmětů
z porcelánu a keramiky**

ČIŠTĚNÍ

Typy nečistot:

- oxido-solné, včetně karbonátových jsou běžné na porcelánu a keramice archeologických nálezů (jsou těžko odstranitelné)
- kapky a rozteklé barvy
- asfalt a bitumen (živce), přírodní pryskyřice
- zbytky potravin a produkty jejich rozkladu
- zbytky různých lepicích materiálů, používaných při předchozích

restaurátorských zásazích - *pro ně je typické, že mají dobrou adhezi k povrchu porcelánu a keramiky. V případě pórovitých materiálů navíc pronikají do značné hloubky.*

Minerální nečistoty

- opatrně odstranit mechanicky (skalpel, kartáčky, smirkový papír, mikrobruska, ...)

K odstranění stop restaurátorského lepení je zapotřebí předmět pomalu zahřát ve vodě při plném ponoření.

Lepidla na bázi epoxidových a polyvinylbutyralových polymerů v horké vodě botnají a lze je potom z povrchu odstranit rovněž mechanicky.

Nečistoty organického původu

- **rozpouštědla** (ethanol, lakový benzin, aceton, chlorované uhlovodíky)
- dobře odstraňují organické nečistoty různé omývací směsi, např. směs **dimethylformamidu s toluenem**
- je možné také použít vodné roztoky **polyfosforečnanů sodných** s přídavkem povrchově aktivních látek

Odstranění povrchových nečistot pomocí kompozic

Kompozice na bázi polymerních filmotvorných látek (Na-KMC, PVAIk, PVAD).

Směsi obsahují glycerin jako plastifikátor, pro zesílení mycího účinku ethanol a amoniak.

Nejhůře se odstraňují nečistoty z keramických povrchů. Lze je odstranit společně s vytvořeným filmem pomocí kompozice následujícího složení:

	Hm. díly
polyvinylalkohol	20-30
ethylendiamin	5-10
dimethylsulfoxid	5-10
cyklohexanon	5-10
glycerin	5
PAL (alkylsulfonát sodný, alkyldimethylaminoxid)	0,1-0,7
voda	do 100

Viskózní čisticí pasta se nanese na očišťovanou část povrchu v tloušťce 2-4 mm a zakryje se polyethylenovou fólií.

Za 30-40 minut (někdy déle) se sejme polyethylenová fólie a vrstva pasty se společně s nečistotami sejme mechanickým způsobem pomocí stěrky nebo tamponem.

Lze použít i proud vody.

Na-KMC - sodná sůl karboxymethylcelulózy

PVAIk - polyvinylalkohol

PVAD - polyvinylacetátová disperze

LEPENÍ

Pro lepení předmětů z porcelánu a keramiky se používá omezené množství lepicích látek:

- glutinová lepidla
- voskopryskyřičné tmely
- PVB, PBMA*
- epoxidové pryskyřice
- kyanakrylátová (vteřinová) lepidla
- vápenato-kaseinová lepidla
- lepidla na bázi vodního skla

Nejpohodlnější **kyanakrylátová lepidla** - nízká viskozita, vytvrzování vlhkostí přítomnou ve vzduchu, tenký lepený spoj, rychlost lepení

*PVB - polyvinylbutaryl
PBMA - polybutylmetakrylát

LEPENÍ

- pro lepení velkých a těžkých fragmentů se používají epoxidové pryskyřice (zabezpečují značnou mechanickou pevnost lepeného švu).
- keramika se dá slepit pomocí šelakových laků

30% roztok šelaku v lihu se nanese na oba povrchy lomu, spojí se a nechají se přitisknuté zaschnout

ZPEVNĚNÍ

Zpevnění keramického střepu lze dosáhnout i odstraněním rozpustných solí a sádry

- předmět se obkládá vrstvou mokrého rozmělněného papíru o tloušťce 1-1,5 cm a zabalí se do polyethylenové fólie
- proti rozvoji mikroorganismů přídavek se 0,5-1,0% roztok thymolu v lihu
- difúze solí z hloubky keramického střepu probíhá pomalu - několik měsíců
- mokrá papír je nutno měnit každé 2-3 měsíce

DOPLŇOVÁNÍ

- doplňovací hmota pro keramiku se zhotovuje obvykle ze **sádry**
- do rozdělovací vody se přidávají pro zpomalení tuhnutí glutinová lepidla, PVAD, PMAK a jiné přísady (1-5 %)
- pro zvýšení pevnosti odlitků se přidává např. HNO_3 , šťavelová, citronová, H_3BO_3 , borax, $\text{AlOH}(\text{NO}_3)_2$
- sádro vysoké pevnosti lze získat přísadkou PVAD (do 20 %) do rozdělovací vody
- sádrová směs se odlévá do formy ze silikonového kaučuku. Odlitek se po ztvrdnutí zpevňuje impregnací vodnými 10-20 % roztoky PVAD, tónuje se akvarelovými barvami
- použitím 30-50% roztoku PMAK jako rozdělovací vody pro sádro se získá doplňovací hmota, která tvrdne za 12-24 hodin za vzniku hutné, velmi pevné, nekřehké hmoty podobné porcelánu
- odlitky se opracovávají mechanickými způsoby – leští se, zdobí akvarelovými barvami a pokrývají se bezbarvým lakem.

PVAD - polyvinylacetátová disperze
PMAK – kyseliny polymethylakrylová

Doplňovací hmoty pro porcelán, keramiku a barevný kámen je možno zhotovit přidavkem odpovídajícího plniva do polymerních směsí nejrůznějšího složení.

Používají se: sádra

 mramorová nebo keramická jemná drť

 jemně mletý barevný kámen

DERESTAUVÁNÍ VÝROBKŮ Z PORCELÁNU A KERAMIKY

- pro lepení výrobků z porcelánu a keramiky a pokrývání ochrannými laky se používá řada polymerních materiálů
- nejjednodušším a zcela bezpečným způsobem derestaurování, tj. rozdělení lepeného švu na jednotlivé části, je **pomalé zahřívání předmětu v destilované vodě nebo ve vodě s povrchově aktivními látkami** (v nejjednodušším případě s mýdlem)
- voda postupně proniká pod vrstvu lepidla a v důsledku odlišné hodnoty koeficientu tepelné roztažnosti dochází při botnutí ke zvětšování jeho objemu a rozlepení jednotlivých dílů porcelánového výrobku
- pro odstranění **polymerních laků a lepidel** je možno použít organická rozpouštědla (ethanol, aceton, xylen, lakový benzin, chlorované uhlovodíky jako jsou perchlorethylen, chlorid uhličitý, ethery a estery, atd.)
- klišy na bázi **šelaku a voskopryskyřičných tmelů** se odstraňují pomocí **pyridinu, směsí cyklohexanonu, cyklohexanolu a ethylendiaminu**