

A decorative tile pattern featuring a repeating motif of stylized floral and scrollwork designs. The pattern is composed of blue, white, and yellow tiles, with the word "KERAMIK" overlaid in the center.

KERAMIK

KERAMIKA

- Jemnozrnný materiál, který po přidání vody získává plasticitu a zpracovává se za studena a následně je vypalován
- Požadované vlastnosti keramické hlíny:
 - **Plasticita** – umožňuje tváření do požadovaného tvaru, ve kterém zůstává; malé destičkové částice jsou schopné po sobě snadno klouzat, ale téměř je nelze od sebe odtrhnout
 - **Nasákavost** – ovlivňuje plasticitu, rychlost s jakou dojde k rozpadu hlíny po ponoření do vody
 - **Barva** – závisí na příměsích a nečistotách
 - **Smrštění při výpalu** – způsobeno ztrátou vody – čím jemnější a plastičtější hlína tím větší smrštění
- Proces tvorby
 - **Tváření** – kroužení, lití vytlačování
 - **Sušení** – dochází ke smršťování
 - **Výpal**
 - Dehydratační fáze – odpaření vody při nízké teplotě
 - Oxidační fáze – vypalování uhlíkaté složky, všechny ostatní složky jsou plně oxidovány
 - Slinutí – vzájemné stmelení

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

Jílové minerály –

- kaolinit $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$,
- montmorillonit $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$,
- illit $n\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$,
- chlorit $10\text{MgO} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$



Jílové zeminy – jíly, hlíny, kaoliny – tj. dle obsahu jíloviny,

kromě jílových minerálů obsahují i minerály neplastické, např. křemen, živce, slídy, vápenec, oxidy a hydroxidy železa

- jíly - obsah nad 50 % jíloviny
- hlíny - 20-50 % jíloviny a 50-80 % prachoviny s pískovinou
- kaoliny - 45-65 % jíloviny, zbytek prachoviny

Jílovina – zrna < 2 μm; prachovina – zrna velikosti 2 – 50 μm; pískovina – zrna 50 μm – 2 mm

Těžba

- Kaolinity – Karlovarsko, Plzeňsko
- Jíly – Chebsko, Žatecko, Velké Opatovice, Chomutovsko



Noplastické 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

- **Přímá** – látky s malou objemovou hmotností, např. křemelina.
- **Nepřímá** – vytvářejí po vyhoření póry, čímž zlehčují střepe, např. rašelina, piliny, dřevěná drť, příp. organické látky - polystyren, naftalin

Suroviny pro úpravu keramického střepeu

VYBARVOVÁNÍ STŘEPU

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



POVRCHOVÉ ÚPRAVY – GLAZURY

- Sklovité povlaky na keramice
- Zajišťují neprosákavost výrobku, estetická funkce

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, krycí, matné
- **Stékové 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
- **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 redukovadlo lze použít naftalín, asfalt, dřevěné uhlí...
- **Engoby** – hutné nezeskelněné vrstvy
- ...



MALOVÁNÍ

- pod glazurou – malby jsou nejtrvanlivější
- na glazuře – výrobky se ještě zpevňují třetím technikou zdobení:
 - **ruční malba** – keramické barvy se nanášejí na povrch výrobku perem nebo štětcem a zpevňují se vypálením
 - **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
- Další techniky – decalcomanie, sítotisk, leptání, fotokeramický tisk,...



DĚLENÍ KERAMIKY

HRUBÁ KERAMIKA

- **Cihlářské zboží** – stěp je pórovitý, nejčastěji tmavočervený, ke stavebním účelům (cihly, střešní tašky, břidlice, drenážní roury, podlahové dlaždice, kanalizační roury)
- **Žárovzdorná keramika** – bod deformace nejméně 1 580 °C, základními složkami žáruvzdorných hmot jsou žáruvzdorné hlíny nebo minerály např.:
 - *šamot* – cihly, tvarovky pro vyzdívku kotlů, topenišť
 - *magnezit* – výrobky mají vysokou žáruvzdornost (až 2 000 °C)
 - *korund* – čistý oxid hlinitý, svíčky do motorů
 - *grafit* – vysoce žáruvzdorná hmota, vysoká chemická odolnost



JEMNÁ KERAMIKA

Hrnčířské zboží, tzv. hrnčina – pórovitý barevný střep, většinou glazované, výroba z lepších cihlářských jíílů a hlín

- výrobky dobře snáší teplotní změny a dají se zahřívat přímým plamenem
- Kuchyňské nádobí (hrnce, pekáče, holby, džbány, květináče, poháry,...)
- neglazované výrobky se označují jako „režné“

Fajáns – pórovitý bílý střep, opatřený mléčně bílou glazurou

- obkladačky, výroba ozdobného a figurálního zboží

Majolika – pórovitý barevný střep s barevnými glazurami;

- Především ozdobné předměty i užité umění, lidové keramiky (Holíč)



Pórovina, tzv. bělnina – bílý pórovitý střepek, je opatřená glazurou

- podobný sortiment jako z porcelánu – obkladačky, nápojové a stolní nádoby

Terakota - střepek různé struktury, barvy cihlově červené, žlutavé až bělavé, zpravidla neglazovaný

- výroba uměleckých předmětů

Kamenina – barevný nebo bílý střepek; surovinou pro kameninu jsou kameninové jíly s přísadou křemene a živce

- bělostřepá kamenina se označuje jako kamenina porcelánová – od porcelánu
- se liší nedostatečnou průsvitností střepeku
- užití: kamenina chemická, kanalizační, hospodářská, užitková



PORCELÁN

- nejušlechtilejší keramické zboží – nejdůležitějšími surovinami pro výrobu jsou: kaolin, živec, křemen
- směs se drtí a mele na velmi jemnou zrnitost, hmota se hněte a nakonec tváří (vytáčení, lisování, lití)
- **Sušení porcelánu** se musí provádět opatrněji než při výrobě jiné keramiky, syrový výrobek nemá zpravidla takovou soudržnost jako jiné keramické hmoty;
- **Pálení porcelánu** – ve dvou fázích:
 - 1. výpal při teplotě 950 °C – vzniká tzv. „biskvit“
 - 2. výpal – na 1 400 až 1 450 °C – vzniká skutečný porcelán
- **Zdobení** – obdobné techniky jako u ostatní keramiky
- porcelán má slinutý průsvitný, nejčastěji bílý stěp



Dělení porcelánu

Dle obsahu taviv:

- **tvrdý** – (evropský), tzv. pravý; např. karlovarský
- **měkký** – obsahuje méně kaolinu – je méně odolný vůči náhlým teplotním změnám;
- **východoasijský** – čínský a japonský – vyznačuje se vysokým obsahem křemene, zelenavě prosvítavým střepem s krásnou olovnatou glazurou
- **kostní** – fosfátový, anglický – obsahuje 40 – 45% kostního popela; střep se vyznačuje vysokým stupněm bělosti a průsvitnosti; zpravidla olovnatá glazura



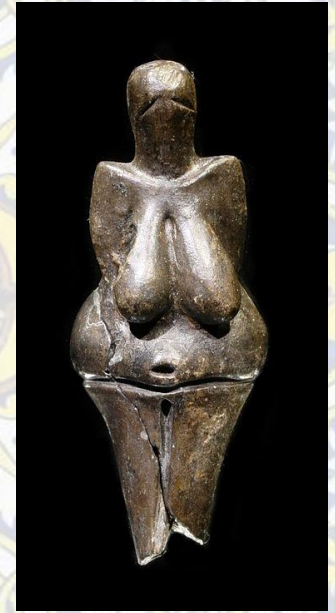
Dle použití:

- 1) **užitkový** – *tlustostěnný* (provoz závodů), *tenkostěnný* (pro domácnosti), *varný* (odolný vůči teplotám)
- 2) **ozdobný a figurální porcelán** – sošky, figurky, vázy, svícny
- 3) **technický** – elektrotechnické a laboratorní účely - rozhodujícími vlastnostmi jsou izolační schopnost, mechanická, chemická a tepelná odolnost

HISTORIE

- Z nejstarších řemeslných dovedností
- Hliněné předměty původně jen sušené na slunci
- Výpal v peci – mladší paleolit (30 – 25 000 př. Kr.)
- Užité předměty – 15 000 př. Kr. (Japonsko, Čína)
- Hrnčířský kruh a pálené cihly – 5 000 př. Kr.

- Jemná keramika v Evropě – od 13. stol. – dlaždice (azuléjos)
- Majolika – od 14. stol.
- Fajáns – od 14. stol., Habáni – konec 17. stol.
- Kamenina – od 16. stol.
- Porcelán – 1710 Míšeň, 1718 Vídeň, 1738 Sévres, 1792 Horní Slavkov



DEGRADACE

- Velice odolný materiál – pro mnohá historická období jediný hmotný důkaz
- Závisí na vlastnostech materiálu i na okolním prostředí
- Vzhledem k chemickému složení, nejsou keramické materiály příliš náchylné k chemické degradaci, poškození způsobeno spíše mechanickými vlivy
- Glazura – ochranná vrstva, sama náchylná k poškození (popraskání, oděr, odlupování)
- Nejčastější poškození je způsobeno lidským faktorem

FAKTORY DEGRADACE

VLHKOST

- Běžné výkyvy RV nejsou velkým rizikem, případně u poškozené glazury může dojít k jejímu odpadávání
- Výkyvy mohou být problémem u archeologických nálezů, především u materiálů s vysokou pórovitostí a malým obsahem skelné fáze
 - Vlhkostní roztažnost – voda v pórech způsobí nevratné zvětšení střepu, závisí na teplotě výpalu a složení hmoty
 - Glazovaná keramika – jiná roztažnost střepu a polevy

TEPLOTA

- Riziko u pórovitých materiálů – mráz – zvětšení objemu vody, vznik tlaku a porušení struktury

ROZTOKY KYSELIN A ZÁSAD

- Relativně odolné
- HF – rozpouštění skelné fáze

MECHANICKÁ POŠKOZENÍ

- Neopatrnost při manipulaci
- Vibrace

SOLI ROZPUSTNÉ VE VODĚ

- Vlivem **vysoké RV** dochází k transportu rozpustných solí hmotou. Soli následně rekrystalizují a zvyšují tlak
- Vlivem **nízké RV** dochází ke vzniku solných výkvětů na povrchu
- **Výkvěty bílé až šedobílé barvy**
 - tvořeny sírany a uhličitany alkalických kovů a zemin, nejčastěji Na_2SO_4 , MgSO_4 , K_2SO_4 a CaSO_4
 - Pokud obsahují krystalickou vodu mohou postupně zvětšit objem
- **Barevné výkvěty** – soli obsahují barevné příměsi (Fe, Mn)
- **Sušárenské výkvěty** – vznikají při sušení ve výrobě, na čerstvě vypálených cihlách
- **Vápenný nálet** – mléčný závoj na čerstvém zdivu.



- **Vápenný závoj** – tvoří různě intenzivní bílé pásy; deštěm se vyplavuje vápenný hydrát z malty a působením vzdušného oxidu uhličitého karbonizuje na uhličitan vápenatý

- **Zdroje solí**

- Ze suroviny – dolomit, kalcit, sádrovec, pyrit
- Z prostředí – kyselá deště, půda



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 střepeů 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
VÝKVVĚTY	vlhké prostředí a přítomnost ve vodě rozpustných solí	transport rozpustných solí pórovitým střepeem na povrch	archeologické střepe, cihlářské výrobky, pálená střešní krytina
KAPALINOVÁ KOROZE	působení alkalických roztoků	rozpouštění skelné fáze	glazura na majolice
	organických kyselin		naglazurní Pb dekory
	kyseliny fluorovodíkové		porcelán
KOROZE 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.	pálicí pouzdra z SiC , kuličky z Si_3N_4 pro hybridní ložiska v kosmonautice;
	horké taveniny	rozpouštění	vyzdívky
NÍZKOTEPLTNÍ DEGRADACE TZP* ZIRKONIČITÁ KERAMIKA (TETRAGONAL ZIRCONIA POLYCRYSTALS)	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

KONZERVACE

PRŮZKUM

- Materiálové složení
 - Slinutost a pórovitost – porozimetr, mikropetrografie
 - barva střepu/glazury,
 - chemické složení střepu/glazury – mikropetrografie, polarizační mikroskop
 - stanovení teploty výpalu
- Sestavení střepů na sucho, odhad tvaru
- Určení pravděpodobného způsobu výroby (lití, točení)
- Datace
- Provenience
- Charakter poškození



ČIŠTĚNÍ

Nejčastější zdroje znečištění

- oxido-solné, včetně karbonátových jsou běžné na porcelánu a keramice archeologických nálezů (těžko odstranitelné)
- solné výkvěty
- kapky a rozteklé barvy
- asfalt a bitumen (živce), přírodní pryskyřice
- zbytky potravin a produkty jejich rozkladu
- předchozí konzervátorské zásahy – dobrá adheze k povrchu, u pórovitých pronikají do hloubky

Mechanické čištění

- Suché s pomocí kartáčků, skalpelů, skelných vláken,
- Mokrě – destilovaná voda, případně detergent – jen u stabilních předmětů

Chemické čištění

- Nejprve vyzkoušet přípravek a jeho chování, ideálně na skrytém místě
- Vždy postupovat od nejméně agresivních prostředků

Některé typy znečištění (např. krusty) je lépe neodstraňovat – může dojít k poškození předmětu, zachování jako důkazu vývoje předmětu v čase

Před čištěním vždy **vyzkoušet rozpustnost** – může se rozpouštět jak samotný materiál (především archeologická keramika nízkého výpalu - pravěk)

Je podstatné očištění nejen povrchu, ale před lepením pak hlavně samotné lomové hrany.

Minerální nečistoty

- solné výkvěty, krusty, zbytky hlíny, korozní produkty kovů
- opatrně odstranit **mechanicky** – skalpel, kartáčky, smirkový papír, mikrobruska,...
- 3-10% HCl – odstranění vápenatých usazenin, může změnit barvu glazury – důkladné vyprání
- 10-40% K_3PO_4 při 40-50°C
- 5% HNO_3 při 40-50°C – odstraní zabarvení
- 3-5% Chelaton III (lze s přidavkem NaOH nebo NH_3 v poměru 3:1)

Odstranění stop předchozího lepení

- vodou rozpustné – předmět se provlhčí (ponor, tampónky) vodou (lze i teplou)
- vodou nerozpustné lepidlo, např. epoxidy nebo PVB – botnají v horké vodě, následně je lze mechanicky odstranit

Organické nečistoty

- rozpouštědla – ethanol, lakový benzin, aceton,...
- směsi rozpouštědel, např. DMF s toluenem
- roztoky polyfosforečnanů sodných s přidavkem povrchově aktivních látek

DESALINACE a vymývání

- Nezbytné u předmětů se solnými krustami nebo u předmětů kde byly k čištění použity chemikálie, např. HCl aj.
- Provádí se destilovanou vodou
- Luhování ponorem, zábaly
- Kontrola desalinace – stanovení přítomnosti solí ve výluhu – titračně, ISE elektrodou, chloridovým testem

KONSOLIDACE

- Cílem je dosáhnout co nejvyšší penetrace prostředku do nitra předmětu a jeho následné zpevnění
- Provádí se až po desalinaci a vysušení, ponorem nebo opakovaným nanášením, zábalem
- Na povrchu nesmí vzniknout nepropustná vrstva
- Organokřemičitany, roztoky PVB v EtOH nebo PBMA v toluenu/acetonu

LEPENÍ

- Před samotným lepením je nezbytné předmět sestavit na sucho, případně vyhotovit „mapu“ střepů a zjistit chybějící části
- Pro lepení předmětů z porcelánu a keramiky lze použít např. lepidla:
 - Kyanoakrylátová – jednosložková, velmi rychle vytvrzují na vzduchu, tvoří tenký spoj, odstranitelná acetonovým záballem
 - Epoxidová – vícesložková, vytvrzují polykondenzací, spoj vytvrzuje až hodiny, pevnost až po hodinách, nelze odstranit, vhodné pro velké a těžké předměty
 - Disperzní – jednosložková, vytvrzují vytěkáním rozpouštědla, spoj vytvrzuje celkem rychle, tvoří tenký spoj, rozpustná ve vodě – odstranitelná vodným záballem, např. PVAc – Herkules, Dispercol aj.
 - Šelaková – organické lepidlo ve formě ethanolového roztoku, tuhne odtěkáním rozpouštědla, tenký spoj,
 - Další druhy lepidel, např. tavná (silný spoj, spíš jako tmel), glutinová lepidla, polyvinylbutyralová PVB, polybutylmethakrylátová PBMA, lepidla na bázi vodního skla

DOPLŇOVÁNÍ

- Pokud je nádoba křehká nebo v místě slepení nestabilní (neudrží se požadovaný tvar) slouží doplňování jako částečná ochrana (zpevnění, zvýšení stability)
- Obvykle sádrou
- Pro zvýšení pevnosti lze přidat např. kyseliny (HNO_3 , H_3BO_3 , šťavelová, citronová) nebo lepidla
- Pro zpomalení tuhnutí se přidávají glutinová lepidla, PVA, PMAK a jiné přísady (1-5 %)
- Postup doplňování
 - Doplňovaná část se vypodloží (např. zubařským voskem) a vytvaruje do požadované formy,
 - Hrany střepe se navlhčí
 - Otvor se vylije sádrou
 - Po vytvrdnutí se odstraní podložka, sádra se z obou stran zbrousí jemným smirkovým papírem do roviny s původním materiálem
 - Případně je možné doplněnou část retušovat, např. anorganickými pigmenty, a následně zalakovat

Doplňovat lze jen to co bezpečně vím jak vypadalo



Obr. 1: Stav materiálu při převzetí



Obr. 2: Střepy po očištění a vyhledání



Obr. 3: Nádobu po slepení



Obr. 4: Nádobu po doplnění ztrát



Obr. 5: Finální stav po barevné retuši

PREVENTIVNÍ KONZERVACE

- Stabilní klimatické prostředí bez výkyvů t a RH
 - RH 45–65 %
 - Teplota 15–20 °C
- Bezprašné prostředí
- Minimalizace rizik spojených s mechanickým poškozením – manipulace, transport, vystavování

ODKAZY

- <https://www.canada.ca/en/conservation-institute/services/care-objects/ceramics-glass.html>
- <https://www.canada.ca/en/conservation-institute/services/conservation-preservation-publications/canadian-conservation-institute-notes/care-ceramics-glass.html>
- <https://nautarch.tamu.edu/CRL/conservationmanual/File4.htm>
- <http://www.arup.cas.cz/?p=4312>
- <https://docplayer.cz/17351057-Praxe-konzervace-a-restaurovani-silikatu-mgr-zuzana-sedlarova.html>
- <https://keramikum.cz/clanek/paleni-keramiky-pro-stredne-pokrocile>

- <https://www.youtube.com/watch?v=Vv9iYLvAD2Q>
- <https://www.youtube.com/watch?v=xogv-e4PjU0>
- <https://www.youtube.com/watch?v=Bw5D1NzKq6Y>
- <https://www.youtube.com/watch?v=IJ94VQsIEU8>

- <https://www.youtube.com/watch?v=0JbZwFyvzI4>

Keramika vs Porcelán

Keramika

Porcelán

Rozdíl ve

- Složení
- Výrobě
- Zdobení
- Vlastnostech
- Konzervaci
- Další rozdíly