

VZDĚLÁVACÍ MATERIÁL

k řemeslnému kurzu

KERAMIKA I.



v rámci projektu **PODNIKÁNÍ A LIDOVÁ ŘEMESLA NA VENKOVĚ**

Realizátor projektu: **Farmářské centrum VLTAVA, o.s.**

Organizátor projektu: **OS Tatrmani**

datum konání: 15. až 22. července 2011

autor textu: Marek Dias



PROGRAM ROZVOJE VENKOVA

Evropský zemědělský fond pro rozvoj venkova: Evropa investuje do venkovských oblastí

Výroba keramiky přes svoji zdánlivou jednoduchost ve tvarování je velmi komplikovanou disciplínou v dalších technologických stupních zpracování. Následné sušení, výpal a glazování keramiky patří k velmi komplikovaným a náročným výrobním fázím, při kterých dochází k velkému množství vad, které mnohdy vedou k úplnému znehodnocení keramického díla. Tepelné pochody při sušení, výpalu a chování glazur patří k operacím technologicky velmi náročným.

PLASTICKÉ VYTVÁŘENÍ

Modelování

Modelování v keramice většinou vede k dutému tvaru. Toto je spojeno s požadavkem přiměřené síly střepu specifické pro určitý materiál. Vytvořením dutiny je determinován i specifický přístup v keramickém modelování. Pro modelované výrobky vedou k dosažení dutého tvaru dvě cesty. Označením výrobek nechci degradovat výtvarná díla, v keramické technologii jsou takto označovány všechny produkty. Je jedno zda se jedná o keramickou cihlu, hrneček nebo keramická plastika.

První z nich předpokládá, že výrobek vzniká plný tzv. sochařským modelováním a po dokončení je rozdělený strunkou na dva díly. U drobnější výrobky s dostatečně širokým dnem se dělit nemusí. Do takového tvaru je dutina následně vydlabána vhodným nástrojem, například sochařským očkem. Dělené tvary jsou následně ve vlhkém stavu slepeny, po naškrabání lepených hmot, slepeny „šlíkrem“ tedy řídkou kaší z keramické hlíny.

Druhá cesta je náročnější ale mnohdy, zvláště u rozměrných tvarů a tvarů hodně členitých, nezbytná. Modeluje se tak, že při postupném tvarování vzniká vnější povrch i dutina zároveň. Tomuto postupu se také někdy říká „stavění“ keramického tvaru. Vzhledem ke snaze vytvořit výrobek co nejtenčí a tím i nejlehčí bývá střep doplněn žebrováním, tedy jakousi kostrou keramického výrobku. Každý keramik má vlastní postup tohoto stavění keramického tvaru.

Jednou z možností je slepování drobných kousků hlíny a postupným stlačováním tvarujeme dutý tvar.

Drobnější výrobky je možné tvarovat vymačkáváním z hroudy hlíny. Na počátku vytváření si musíme rozvážit celkové množství materiálu, z kterého vyválíme hroudu. V hroudě vtlačení prstů nebo celé dlaně vytvoříme dutinu a dno budoucího výrobku. Následně stlačováním stěny výrobek za současného tvarování zvyšujeme. Takto můžeme vyrábět jak otevřené tak i uzavřené tvary.

Další možností je lepení válečků nebo plátů k sobě. I zde je nutné spoje dobře naškrabat a slepovat šlíkrem. Postupným vrstvením válečků nebo plátů hlíny dosáhneme požadované velikosti. Vymačkáváním zároveň výrobek tvarujeme.

Dokončení výrobku je možné nanášením slabé vrstvy plastické hlíny a její současné stahování sochařskou špachtlí nebo jiným vhodným nástrojem. Drobné redukce tvaru je možné provádět poklepem dřevěným tloučkem. Musíme ovšem dbát na to, aby byl stavěný výrobek stále ve vlhkém tedy plastickém stavu. U přeschlého výrobku hrozí riziko popraskání

Konečnou povrchovou úpravu provádíme za mokra s využitím různých struktury. Výjimečně můžeme provádět dokončení za sucha s použitím brusného papíru nebo drátěnky. Takto upravované povrchy jsou efektní zvláště při modelování za použití hrubých ostřených hlín. Uvolňující se ostřívo zanechává na povrchu výrobku velmi příjemnou stopu. Tímto způsobem můžeme také eliminovat drobné nerovnosti povrchu, kterých jsme si nevšimli v plastickém stavu.

Pravidelné tvary můžeme vytvářet plátováním. Před započatím vytváření si musíme výrobek dobře rozvrhnout. Mnohdy je vhodné vyrobít třeba papírový model. Nejprve si vyválíme válečkem nebo na plátovacím stole pláty o vhodných rozměrech. Hlínu při válení vložíme mezi dvě navlhčené plachetky, aby se nám na váleček nepřilepovaly. Totéž provedeme při použití plátovacího stolu. Při použití válečku můžeme použít dvě latě v síle plátu, které položíme vodorovně po obvodu rozvalované hlíny. Tak máme zaručeno, že všechny pláty budou mít stejnou šířku. Při ručním vytváření plátů dbáme na to abychom rozvalovali dostateční množství hlíny. Napojování a doplňování plátů při válení může způsobovat praskání plátů. Tato vada se projevuje mnohdy až při sušení nebo výpalu výrobku.

Z vytvořených plátů vyřezeme nejlépe podle šablony jednotlivé stěny výrobku. Tyto vyválené díly můžeme různě prohýbat a tvarovat. Po zavaznutí vyrobených polotovarů slepíme jednotlivé díly k sobě. Protože lepíme zavazlé, nikoliv suché, díly, musíme všechny spoje velmi dobře naškrabat a pokrýt šlíkrem. Tento postup tvarování je náročný na přesnost provedení a nutnost předchozí tvarové rozvahy s vytvořením modelu nebo alespoň papírových šablon.

Zvláštní kapitolu tvoří modelování plochých výrobku jako jsou keramický kachel nebo keramický reliéf. Na základové desce nejlépe pokryté syntetickou plachetkou vymodelujeme za žádaný reliéf. Jako polotovar pro modelování můžeme použít plát vyválený a zformátovaný na potřebnou velikost. Tenké pláty se mohou při sušení deformovat a praskat. Proto je lépe základ pro reliéf vytvořit vyšší. Po zatuhnutí reliéf otočíme a vytvoříme očkem žebrávání. Takto reliéf odlehčíme a zároveň zabráníme možným deformacím. Pro usnadnění vybírání můžeme reliéf opatrně položit na molitanovou podložku.

Ruční vytáčení na hrnčířském kruhu

Jak už jsem se zmínil na počátku textu v kapitole vytváření, točení na hrnčířském kruhu se nenaučíme podle žádné příručky. Popsaný metodický postup nám může poskytnout zdroj informací, které potřeba dlouhodobě prakticky procvičovat. Při nácviu točení procvičujeme jednotlivé fáze a bývá velkou chybou přecházet k další fázi bez dokonalého zvládnutí fáze předchozí.

Základem pro úspěšné vytáčení na hrnčířském kruhu je dokonale zpracovaná točířská hlína. Ne každá keramická hlína – masa se hodí pro točení. Točířské hlíny bývají velmi plastické s dostatečným množstvím jemného ostříva. Málo plastické hlíny, také se jim říká hlíny hubené nebo krátké, se pro točení nehodí. Takové hlíny se při tažení často trhají. Příliš plastické hlíny bez obsahu ostříva při vytáčení sedají a při sušení mají, vzhledem k vysokému obsahu vody a tím i velkému smrštění, sklon k praskání. Vhodný materiál je homogenní s rovnoměrnou vlhkostí mezi 20 – 25% obsahu vody. Točířská hlína se upravuje ve vakuovém šnekovém lisu, aby se minimalizoval obsah vzduchu ve hmotě. Velkou chybou

bývá použití hlíny čerstvé. Točírská hlína se musí nechat nějakou dobu ve vlhkém stavu odležet. Čím delší je toto odležení, tím kvalitnější hlína bude. Staří hrnčíři někdy nakládali hlínu pro své potomky. Taková hlína „zrála“ roky. Při odležení se rozkládají organické příměsi a dochází k rozpadu shluků jílových částí. Také dochází ke zrovnoměrnění vlhkosti materiálu. Takto odleželá hlína se vyznačuje větší soudržností a plastičností.

Před vytáčením ještě hlínu dobře proválíme podobně, jako se zpracovává těsto na pečení. Proválením a prohnětením „rozhybeme“ tedy rozrušíme vazby mezi částicemi plastické složky a odstraníme zbytky plynů vznikajících rozkladem organických nečistot nebo vzduchu, který se do hmoty dostal při jejím zpracování. Takto připravená hlína získá ty nejlepší vlastnosti.

První fází, kterou je nutné stoprocentně zvládnout, je centrování. Jenom dokonale vystředěný tvar hroudy můžeme dále používat. Nejprve si ze zvalené hlíny připravíme hroudu, která tvarem co nejvíce připomíná kouli, ve velikosti vhodné pro celou nádobu. Kouli s poměrně velkou energií „vhodíme“ do středu talíře hrnčířského kruhu. Talíř musí být čistý a mírně navlhčený šlíkrem, který napomůže přilepení hlíny. Větší vrstva vody naopak oddělí hlínu od kruhu a při centrování se hlína utrne. Za kruhem sedíme s mírně roztaženými nohama, tak abychom si lokty mohly pevně zapřít o stehna. Při takové poloze dokážeme vyvinout daleko větší tlak na hlínu s menšími bočními výchyly. Dlaněmi střídavě stlačujeme hlínu směrem ke středu rotujícího talíře, tím se centrovaná hlína sužuje a zvyšuje, a následně stlačujeme hlínu svrchu směrem k talíři. Neustálým střídáním těchto dvou hmatů hlínu „vystředíme“, tedy vytvoříme na rotujícím kruhu tvar, při kterém hlína nevykazuje žádnou výchytku. Teprve při dokonalém zvládnutí centrování můžeme přistoupit k vytvoření dna nádoby a tažení základní „kachlice“. Nenechejte se odradit počátečním neúspěchem. Návlek centrování může trvat od několika dnů do několika měsíců.

V další fázi vytvoříme dno nádoby. Palci nebo ukazováčkem a prostředníkem spojenými k sobě, vytvoříme tlakem ve středu vystředění hlíny otvor. Zde musíme dávat pozor, abychom nádobu „neprotočily“. Sílu dna kontrolujeme propíchnutím špičatým nožkem nebo keramickou jehlou. Následně tlakem prstů k obvodu kruhu vytváříme dno nádoby. Dno musí být rovné ve správné síle bez vzduchových bublin. Pozdější úpravy dna jsou velmi problematické a vždy hrozí rozhození tvaru.

Následuje nejnáročnější fáze tažení základní kachlice. Kachlicí nazýváme základní válec s širší základnou než vrcholem, který je ve středu zúžený. Kachlice svým tvarem připomíná chladicí věže jaderných elektráren. Tento tvar je velmi stabilní a v plastickém stavu relativně pevný. Pro tažení kachlice se používají různé hmaty. Levá ruka s nataženými prsty tlačí uvnitř nádoby na vnitřní stěnu. Ukazováček pravé ruky pevně zapřeme o palec. Takto zpevněnými prsty mírně tlačíme proti konečkům prstů levé ruky. Postupným zvedáním rukou za pomalejší rychlosti otáčení hrnčířského kruhu, vytváříme na povrchu kachlice hustou šroubovici. Je důležité, aby při tomto pohybu nad prsty vznikla hliněná vlna, která vynáší hmotu vzhůru a tím zvyšuje celou kachlici. Tažení opakujeme tak dlouho, až vytvoříme dostatečně vysokou kachlici pro další zpracování. Výška kachlice musí být o 10 až 30 % vyšší než bude výška konečné nádoby. Při tažení kachlice si musíme neustále kontrolovat vycentrování tvaru a horní hranu kachlice. Když se nám horní rantlík kachlice zvlí tak ho ihned srovnáme. Střep uchopíme dvěma prsty levé ruky horní hranu kachlice. Ukazováček pravé ruky položíme na prsty levé ruky. Střídavým tlakem prstů levé ruky a ukazováčku

srovnáme házení horní hrany. Někdy se nám takto horní hrana nepodaří srovnat . potom nezbyvá nic jiného, než hranku seříznout. K seřezávání používáme špičatý nůž nebo strunku. Rovnější řez docílíme nožem, chce to ale trochu cviku. Hrot přiložíme v místě řezu a pomaličku ho zasouváme při otáčení talíře kruhu. Z vnitřní strany musíme kachlici v místě řezu přidržovat prsty aby nám zajíždějící nůž nezdeformoval rotační tvar. Po proříznutí střepe prudkým pohybem vzhůru odřezek odstraníme.

Poslední fází je tvarování nádoby. Tato fáze už nevyžaduje žádné výrazné dovednosti. Nejprve tvarujeme za současného tažení nádoby. Hmaty jsou stejné jako při tažení kachlice, pouze vyvíjíme boční sílu uvnitř nádoby, pokud chceme tvar roztahovat a zvnějšku pokud potřebujeme tvar zúžit. Vždy je snazší nádobu roztahovat než jí sužovat. Toto musíme mít na paměti a tvar roztahovat jenom jak je to nezbytně nutné. Roztahování tvaru napomáhá také odstředivá síla rotující nádoby. Konečný tvar vytváříme pomocí čepele nebo ledvinky. Po vytvarování houbou nebo kulmíkem setřeme z povrchů nádoby vodu. Toto je velmi důležité, protože některé hlíny, v místě zapomenuté kapky vody, rády po chvíli praskají.

Když už jsme si dali takovou práci s vytočením je potřeba nádobu z kruhu opatrně sundat a přenést na vhodnou podložku k sušení. Velkou chybou bývá sundávání nádoby rukama špinavými od šlíkru. Nádobu nejprve odřízneme těsně nad talířem kruhu strunkou. Někteří hrnčíři odřezávají za současného pomalého otáčení kruhem. Poté přiložíme čisté suché ruce a pokusíme se nádobu dlaněmi a prsty co nejvíce obejmout aniž bychom na nádobu tlačily. Pohybem vzhůru nádobu sejmeme z kruhu. Sundávání hlavně rozměrnějších a plochých výrobků vyžaduje určitý cvik.

Lépe se točí nádoby uzavřených tvarů na rozdíl od širokých tvarů, jako jsou mísy nebo velké baňaté nádoby. Je to dáno obvodovou rychlostí a odstředivou silou, která působí nejvíce v nejširším místě vytáčených výrobků. Při točení mísa talířů je lépe použít k vytáčení podložku, kterou přilepíme na talíř kruhu pomocí měkké hlíny. Nejprve na kruhu vycentrujeme malé množství hlíny a vytvoříme na kruhu roztažením několikamilimetrovou placku. Čepílkem vytvoříme na povrch hluboké rýhy ve tvaru šroubovice. Po přitlačení se kulatá deska přilepí na talíř kruhu. Toto je způsobeno vytlačení vzduchu z rýh a vzniklý podtlak desku pevně spojí s talířem kruhu. Na desce vytáčíme výše popsáním způsobem. Při vytáčení kachlice dbáme na dostatečné množství hlíny v její horní části. Při roztahování tvaru se nám úměrně šířce ztenčuje síla střepe. Proto pro mísy a ostatní široké tvary vytahujeme kachlice v horní části širší než u jejich paty.

Lepení a natáčení tvarů

Maximální výška točené nádoby v extrémním případě je limitována délkou hrnčířovy paže. Pokud potřebujeme vytočit nádobu vyšší, musíme jí složit z dílů. Pro výrobu lepené nádoby je lepší si dopředu připravit bokorys nádoby v měřítku 1:1. Na výkresu si přesně rozdělíme nádobu na předpokládané části. Podle výkresu vytočíme jednotlivé díly nádoby. Přesné rozměry kontrolujeme obkročákem nebo pravítkem. Jednotlivé díly necháme zatuhnout, tak aby se při manipulaci nedeformovaly. Místa spojů dobře naškrabáme a slepíme šlíkrem ze stejného materiálu. Tímto postupem můžeme vytvářet i veliké nádoby. Nevýhodou lepení je nutnost stoprocentní tvarové přesnosti.

Natáčení tvaru není tak náročné na přesnost v průběhu natáčení jsou možní drobné redukce tvaru. Nejprve si vytočíme spodní díl nádoby. Tento díl necháme zatuhnout přímo na hrnčířském kruhu. Na druhém kruhu si vytočíme kachlici, která má základnu stejně širokou jako je horní průměr prvního dílu. Kachlici přilepíme šlikrem k naškrabanému prvnímu dílu a kachlici vytvarujeme čepílkem nebo ledvinkou. Takto můžeme natáčet nekonečné množství dílů. K urychlení sušení jednotlivých částí můžeme použít horkovzdušnou pistoli nebo plynový hořák. Tento postup vyžaduje určitou praxi a zkušenost, protože musíme správně odhadnout vlhkost spodního dílu. Při přesušení bude nádoba ve spojích praskat. Při velké vlhkosti hrozí zborcení tvaru.

Uchacení nádob

Nedílnou součástí většiny užitkových nádob jsou ucha nebo různé úchytky. Rozeznáváme ucha tažená na nádobě, ucha tažená v ruce, ucha tažená strojově, ucha válená, ucha litá nebo formovaná do forem.

Na hrnčířském zboží jsou nejvíce rozšířená ucha tažená na nádobě. Před vlastním uchacením si místo na nádobě, kde bude ucho nalepené, dobře naškrabáme a pokryjeme šlikrem. Potom si vyválíme z měkčí hlíny váleček, u kterého jednu stranu ztenčíme. U tohoto konického tvaru prsty uhladíme hranky a po navlhčení tlakem přilepíme k nádobě. Krouživým pohybem palce ucho v místě nalepení uhladíme. Ucho si podepřeme prsty levé ruky a mezi pravou rukou mírným tlakem od kořene ke konci ucho vytahujeme. Tažení provádíme po celé délce ucha. Ucho musí být vždy navlhčené. Při vytahování zároveň ucho prsty tvarujeme. Když je ucho dostatečně dlouhé a má potřebný tvar, ucho ohneme a na konci přilepíme k nádobě. Spojе zretušujeme houbičkou.

Staří hrnčíři mnohdy ucho „podmazávaly“ vlepením válečku v místě spojů. Podmáznuté ucho má větší pevnost.

Ucho tažené v ruce se používá například na miskách a mísách, bábovkových formách atd. Vyválený základní váleček musí být delší tak aby se udržel v levé ruce. Pravou rukou vytáhneme ucho do požadované délky a tvaru. Vytažené ucho na koncích uchopíme, prohne a přilepíme k nádobě. Ucha tažená v ruce mohou být přilepena po celé délce nebo pouze na koncích.

Ucha tažená strojově vyrobíme na pásmovém lisu. Tvarování a lepení je stejné jako u ucha taženého v ruce. Výhodou strojně tažených uší je velké množství profilů a snadná výroba vhodná i pro začátečníka.

Ucha litá nebo formovaná do sádrových forem používáme převážně na nádoby vytvářené zatačením nebo litím.

SUŠENÍ

Sušením označujeme v keramice proces odstraňování kapalné vody z keramických surovin. Při sušení se nemění chemické vlastnosti sušené hmoty, mění se pouze vlastnosti fyzikální, mechanické a technologické, například vlhkost, pevnost nebo nasákavost. V praxi vysoušení umožňuje další technologický krok.

Keramické suroviny vysoušíme proto, abychom je mohly dále upravovat. Polotovary vysoušíme například před lepením oušek, ale hlavně před vlastním pálením.

Nejběžnější způsob vysoušení v malých keramických dílnách je sušení **volnoprostorové**. Sušení na volném prostoru třeba v regálech keramické dílny je u drobných výrobků bezpečné. Rozměrnější výrobky sušíme na místech s nižší teplotou a vysokou relativní vlhkostí. Takovým prostorem může být sklep nebo speciální místnost. Často postačí zabalení rozměrných výrobků paropropustnou PE folií. Výrobky pod folií mohou pomalu a rovnoměrně vysychat. Při použití nepropustných fólií hrozí zapaření a kondenzace vody na vnitřním povrchu fólie. Ztékající voda pak může rozmáčet stěny nebo spodní část výrobku. Mnohdy toto rozmáčení vede k destrukci celého tvaru. Volnoprostorové sušení v blízkosti tepelných zdrojů také často bývá zdrojem problémů.

Vazba vody v keramické hmotě

Keramická hmota se skládá z pevných částic keramického materiálu, vody a vzduchu. Voda s keramickým materiálem vytváří různé vazby.

Voda volná vytváří s keramickým materiálem fyzikálně mechanickou vazbu. Vyplňuje prostor mezi částicemi a na povrchu hmoty vytváří vodní film. Při vysoušení tato voda odchází ze střepu jako první.

Voda vázaná tvoří fyzikálně chemickou vazbou tenký obal okolo částic keramického materiálu. Voda vázaná se odstraňuje v průběhu sušení.

Voda chemicky vázaná je součástí vnitřní struktury krystalů. Vysoušením se nadá odstranit. Odchází až v průběhu výpalu.

Voda volná a voda vázaná prostupuje u vlhké keramické hmoty v celou tloušťku střepu. K odpaření vody ale dochází pouze na povrchu hmoty, kde voda vytváří tenkou vodní hladinu. Při vysoušení se voda z povrchu hmoty odpařuje do okolního vzduchu. Voda z vnitřku hmoty se dostává při vysoušení na povrch drobnými póry pomocí kapilární síly. U hrubých hmot jsou póry ve hmotě široké a tak voda může odcházet poměrně rychle. Vysychání hmot s podílem hrubých částic je tedy rychlé a relativně bezpečné. Jemné hmoty obsahující pouze jemné částice, mají póry malé a voda při sušení odchází velmi pomalu.

Při sušení je třeba nastolit takové podmínky, aby rychlost přesunu vody k povrchu hmoty odpovídala množství vody odpařované. Při nedodržení tohoto pravidla může docházet k praskání hmoty.

V průběhu vysoušení dochází ke snižování množství vody ve hmotě a tím ke smršťování hmoty. To je dáno vzájemnou přitažlivostí částic v keramické hmotě, které vyplňují vodou uvolněný prostor. Při smršťování se zmenšují i póry a tím se snižuje i množství vody proudící k povrchu. K tomuto smršťování dochází do okamžiku, kdy se částice zbavené vodního obalu vzájemně dotknou. Tento okamžik nazýváme kritickým bodem vysoušení. V tomto okamžiku také hmota ztrácí svojí tvárliivost.

Celý proces vysoušení znázorňuje tzv. **Bigotova křivka**. V první fázi sušení nazývanou také nebezpečnou oblastí sušení se snižováním vlhkosti pohybují částice v keramické hmotě. Pohybem částic může vznikat ve hmotě pnutí, které při neopatrném sušení může způsobovat praskání hmoty. Při dosažení kritického bodu se částice dotykem ustálí a sušení přechází do druhé bezpečné oblasti. V této fázi se již částice nemohou pohybovat a sušení je relativně bezpečné.

Vady při sušení

Při rychlém sušení polotovarů dochází k přesušení povrchu. V povrchové vrstvě dochází k zúžení nebo uzavření pórů. Voda z nitra hmoty nemůže volně odcházet a tlak vzniklý přeměnou vody na vodní páru polotovar roztrhá. Tento problém může nastat při dosušení výrobků například v keramické peci při teplotách nad 100 °C. Tato vada často vzniká při výpalu nedosušených výrobků. Hlavně silnostěnné výrobky potřebují k vysoušení dlouhou dobu.

Druhý problém je častější a vzniká nerovnoměrným sušením. Polotovary vystavené jednostrannému působení tepla se smršťují nerovnoměrně. Nerovnoměrná vlhkost způsobuje pnutí střepu, které může vézt ke vzniku trhlin. Příkladem může být praskání talířů o velkém průměru. Při rychlém sušení nejprve vysychá prapor talíře a teprve později střed talíře. Částice v suchém praporu se nemohou pohybovat a vyrovnat tak tlaky vznikající při sesychání středu talíře. Při překročení určité síly střep praskne. Tuto závadu mnohdy zaviníme vlastní neopatrností. Například sušení na radiátoru nebo keramické peci.

Rychlost bezpečného sušení musíme stanovit experimentálně pro každý druh výrobku. Rychlost sušení je závislá na použitém materiálu, tvaru, rozměru a síle střepu. Podle těchto faktorů musíme zvolit vhodnou teplotu a rychlost proudění sušícího vzduchu.

VÝPAL KERAMIKY

Výpal keramiky můžeme charakterizovat jako tepelné zpracování keramických polotovarů, při kterém se nevratně mění strukturální, fyzikální, chemické a technologické vlastnosti keramického střepů. Výpal je nedílnou součástí v technologii výroby keramiky. Při výpalu keramický střep ztrácí svojí plasticitu, snižuje svojí nasákavost, zvyšuje mechanickou pevnost, dochází ke spojení s glazurou apod.

Výpal je velmi odbornou a náročnou výrobní operací. Při nedodržení vypalovacích podmínek může docházet k nenahraditelným ztrátám, při kterých je mnohdy vypalovaný produkt zcela znehodnocen a tím i úsilí do něj vložené v předešlých fázích výroby.

Pro stanovení vypalovací křivky musíme znát alespoň základní procesy v keramickém střepu, které vyplování keramiky provází.

Chování keramických surovin a směsí při výpalu

Keramický střep po vysušení obsahuje určitou zbytkovou vlhkost. Tato vlhkost je důsledkem nedokonalého vysušení nebo hyroskopických vlastností keramického střepu. Tato zbytková vlhkost odchází z keramického střepu na počátku výpalu v rozmezí teplot 100 – 300 °C. Pokud je vlhkost střepové hmoty na počátku výpalu vysoká, hrozí značné riziko znehodnocení výrobků z důvodů popsaných v kapitole o sušení keramiky. Vzhledem k tomu, že většinou nemáme v malých keramických dílnách nebo ateliérech možnost přesně stanovit vlhkost vypalovaných keramických výrobků, je nutné v tomto rozmezí teplot vypalovat velmi opatrně s dostatečnou časovou prodlevou. Doba nárůstu teploty v této fázi výpalu je značně závislá na síle střepu a použitém materiálu. Výpal keramiky je velmi energeticky náročnou operaci, proto velké keramické závody využívají ke stanovení optimálního režimu výpalu laboratorní metody, jako jsou termické analýzy nebo žárová mikroskopie. Vynaložené prostředky na tyto laboratorní zkoušky se ve velkém objemu výroby mnohonásobně vrátí. V drobných provozech musíme tuto dobu stanovit experimentálně.

V rozmezí teplot 300 - 1000 °C dochází k vyhořívání uhlíkatých příměsí ve střepové hmotě. Přesné teploty vyhořívání uhlíkatých látek závisí na jejich složení a pálící atmosféře v peci. Důležitým procesem při výpalu je odchod chemicky vázané vody. Dehydroxidace jílových minerálů probíhá při teplotách 450 – 700 °C. Při teplotách 600 – 900 °C dochází k rozkladu uhličitánů.

Důležitou reakcí pro stanovení optimální křivky výpalu je vratná přeměna křemene. Při teplotě 573 °C se mnění nízkoteplotní forma alfa křemen na vysokoteplotní formu beta křemen. Při chlazení se tato forma křemene opět mnění na nízkoteplotní beta křemen. Tato změna je doprovázena značným nárůstem objemu. Jedna se o změnu probíhající v jednom teplotním okamžiku. Při nárůstu teploty tato změna nepředstavuje velké riziko. Problém může nastat při chlazení hlavně u silnostěnných výrobků. Křemen vytváří v chladnoucím střepu pevné vazby, které mohou být při této skokové změně porušeny. Prudké chlazení keramické pece například otevřením při teplotách kolem 600 °C může znamenat nejen poškození pece ale i popraskání výrobků.

Nad teploty 1100 °C začíná docházet ke slinování. Slinování je proces, při kterém se pevné částice propojují v jeden celek. Při slinování dochází ke snižování poréznosti a nasákavosti keramického střepe. Zároveň se zvyšuje pevnost výrobků.

Ke slinování může docházet bez přítomnosti kapalné fáze, tedy tavící složky. Toto je typické pro jednosložkové hmoty některých technických druhů keramiky. Částečně dochází ke slinování za přítomnosti kapalné fáze, tedy taviva. V takových hmotách dochází nejprve ke tvorbě taveniny prostřednictvím taviva. A následně pomocí vzájemné difúze jednotlivých složek k vlastnímu slinování keramických částic.

Informace o intervalu teplot slinování pro použitou keramickou hmotu je důležitá pro stanovení maximální vypalovací teploty. Při překročení této teploty v keramické hmotě dochází k měknutí a deformaci keramického střepe. Tento problém je aktuální hlavně při výpalu slinuté kameniny a porcelánu, kde teplotní hranice mezi tvorbou slinutého střepe s malou nasákavostí a měknutím střepe které má za následek deformaci tvaru je velmi malá.

Dnes používané keramické hmoty mají toto rozmezí specifikováno a bývá uvedeno na štítku nebo v příslušné dokumentaci ke hmotám. Nedoporučuji proto uvedenou maximální teplotu výpalu keramických hmot překračovat.

Pece pro výpal keramiky

Proces výpalu v keramických pecích se po mnoho staletí nemění. Vývoj keramických pecí spočívá ve zvyšování vypalovací teploty, zajištění čistoty vypalovacího prostředí a v poslední době hlavně v efektivitě výpalu.

Rozdělení podle zdroje tepla.

Malé pece a některé průmyslové pece jsou nejčastěji vytápěny elektrickým proudem. Elektrické pece se dále dělí na pece elektro-odporové, a obloukové. Elektrické pece jsou snadno regulovatelné. Nevýhodou mohou být nižší dosahované teploty a obtížné dosažení redukční atmosféry v peci. Pece vytápěné plynem dosahují vysokých teplot a snadnou změnu pecní atmosféry. Nevýhodou plynových pecí je jejich obtížnější regulace a vyšší pořizovací náklady. Pece vytápěné topnými oleji jsou v současnosti ojedinělé. Nevýhodou takových pecí je vysoká cena paliva. Poslední skupinu tvoří pece na tuhá paliva. Takové pece se vytápí dřevem, uhlím, pilinami apod. Pece na tuhá paliva se hodí spíše pro ateliérové použití. Jejich výpal je fyzicky velmi náročný. Odměnou za tuto námahu může být nezaměnitelná barevnost výrobků, způsobena působením popílku v pecním prostoru.