



# CERAMIKA WŁAŚCIWA



# Historia Ceramiki

dr hab. inż. Agnieszka Gubernat, prof. AGH

tel. 12 617 36 96;

e-mail: gubernat@agh.edu.pl



## WARUNKI ZALICZENIA - Ceramika:

1. Obecność na zajęciach,
2. Kolokwium zaliczeniowe (test) – 20 pytań,



# WARUNKI ZALICZENIA

## Przedmiot obieralny:

1. Obecność na zajęciach,
2. Prezentacja na wybrany temat, czas prezentacji 20-30 minut,

# Ceramika – cóż to takiego ?



- ❖ otacza nas, używamy jej codziennie,
- ❖ porcelana, fajans, kamionka, szyba, szklanka, cegła itp.





# Ceramika – cóż to takiego ?



- ❖ od zawsze człowiek przykładał się do jej wyrobu, doskonalił narzędzia wytwórcze,
- ❖ kształty naczyń były wyszukane, mimo iż na początku lepiono je ręcznie,
- ❖ zdobnictwo; początkowo naczynia zdobiono rylcem, później angobowano, a jeszcze później szkliwiono,
- ❖ człowiek miał potrzebę tworzenia rzeczy pięknych,
- ❖ o nadzwyczajnej roli jaką ceramika pełniła w dawnych czasach świadczą znaleziska grobowe; ceramikę zabierano w podróż do nowego życia,
- ❖ ceramika stanowi kryterium przynależności do danego okresu dziejowego, obszaru czy kultury,

# Ceramika – najstarsze dzieło ludzkich rąk



*Wenus Dolní Věstonice,*  
z małej osady pod Brnem w Czechach, **28 000 lat p.n.e.**

# Ceramika – najstarsze dzieło ludzkich rąk



Pierwsze wyroby ceramiki użytkowej pojawiły się w **Azji Wschodniej** kilka tysięcy lat później. W jaskini Xianrendong w Chinach znaleziono fragmenty garnków datowane na **18 - 17 tyś. lat p.n.e..**





# Ceramika – najstarsze dzieło ludzkich rąk



**Neolit (X-V tyś. p.n.e.)** – intensywny wzrost i rozwój produkcji ceramicznej,

**Bliski Wschód (Sumerowie) – ok. 3300 rok p.n.e.**, wynalazek koła garncarskiego,

**Starożytna Grecja – VI-V wiek p.n.e.**, wazy w stylu czarno- i czerwonofigurowym,

**Chiny – 608 rok n.e.**, początek produkcji porcelany twardej,

**Europa – XVI wiek n.e.**, początek produkcji materiałów ogniotrwałych,

**Europa – XIX wiek n.e.**, początek rozwoju ceramiki technicznej,



# Jan Kochanowski Pieśni Pieśń III

Dzbanie mój pisany,  
Dzbanie polewany,  
Bądź płacz, bądź żarty, bądź gorące wojny,  
Bądź miłość niesiesz albo sen spokojny,  
Jakokolwiek zwano  
Wino, co w cię lano:  
Przymkni się do nas, a daj się nachylić,  
Chciałbym twym darem gości swych posilić !  
I ten cię nie minie,  
Choć kto mądrym słynie;  
Pijali przedtym i filozofowie,  
A przedsię mieli spełna rozum w głowie.  
Ty zmiękczysz każdego,  
Najstateczniejszego;  
Ty mądrych sprawy i tajemną radę  
Na świat wydawasz przez twą cichą zdradę.  
Ty cieszysz nadzieją  
Serca, które mdleją;  
Ty ubogiemu przyprawujesz rogi  
Że mu ani król, ani hetman srogi,  
Trzymaj się na mocy,  
Bo cię całej nocy  
Z rąk nie wypuścim, aż dzień, jako trzeba,  
Gwiazdy rozpędzi co do jednej z nieba !



# Ceramika właściwa (klasyczna)

Ceramika właściwa:

- ✓ ceramika szlachetna,
- ✓ materiały ogniotrwałe,
- ✓ materiały budowlane.



To w przeważającej większości  
wyroby wypalane.

# Wyroby ceramiki właściwej dzielimy na:



(podział w zależności od barwy czerepu)

- ✓ **wyroby o czerepie jasnym**
- ✓ **wyroby o czerepie barwnym**

(podział w zależności od porowatości)

- ✓ **wyroby porowate**
- ✓ **wyroby spieczone**



Wyroby o **czerepie porowatym** otrzymuje się z masy ceramicznej wskutek ogrzania do wysokiej temperatury w celu spowodowania rozkładu minerałów ilastych i osiągnięcia początku spiekania.

*Przykład: różne rodzaje fajansu.*



Wyroby o **czerepie spieczonym** otrzymuje się z masy ceramicznej wskutek ogrzania do wysokiej temperatury, aż do spieczenia, tj. zagęszczenia składników masy przy udziale fazy ciekłej. Odznaczają się litym przełamem i małą porowatością.

*Przykład: porcelana, niektóre gatunki kamionki .*

# Surowce ceramiki szlachetnej

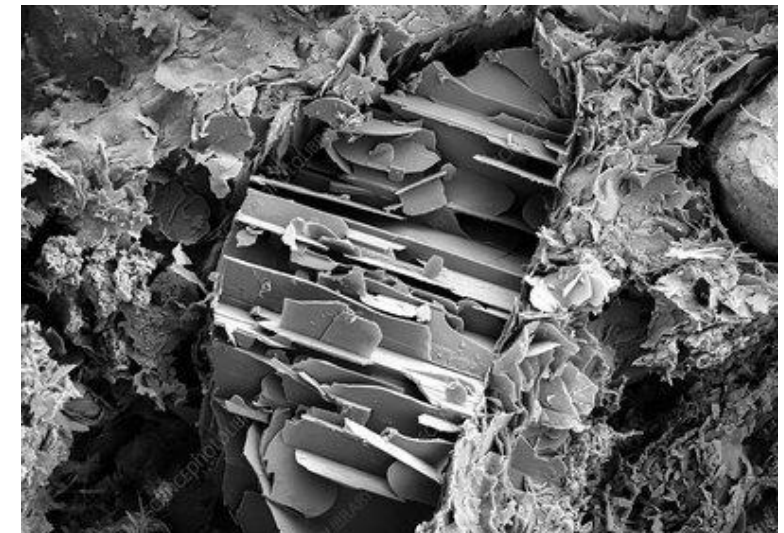
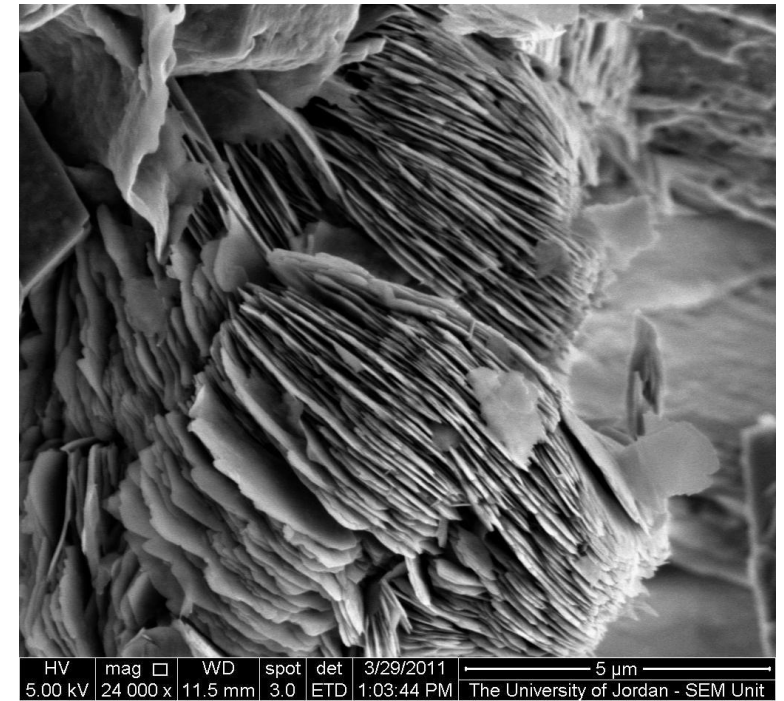
✓ **surowce plastyczne:**

kaoliny, ility (gliny)

✓ **surowce nieplastyczne:**

➤ schudzające: piasek kwarcowy, skalenie

➤ topniki: skalenie, pegmatyty.





- ✓ **plastyczne** – stanowią składnik masy łączący pozostałe surowce w sposób umożliwiający formowanie wyrobów (szkielet)
- ✓ **schudzające** – powodują zmniejszenie skurczliwości suszenia i wypalania
- ✓ **topnikowe** – powodują zagęszczenie czerepu wskutek wytworzenia fazy ciekłej, obniżają temperaturę wypalania masy



# Porcelana



Ze względu na właściwości fizyczne wyróżnia się:

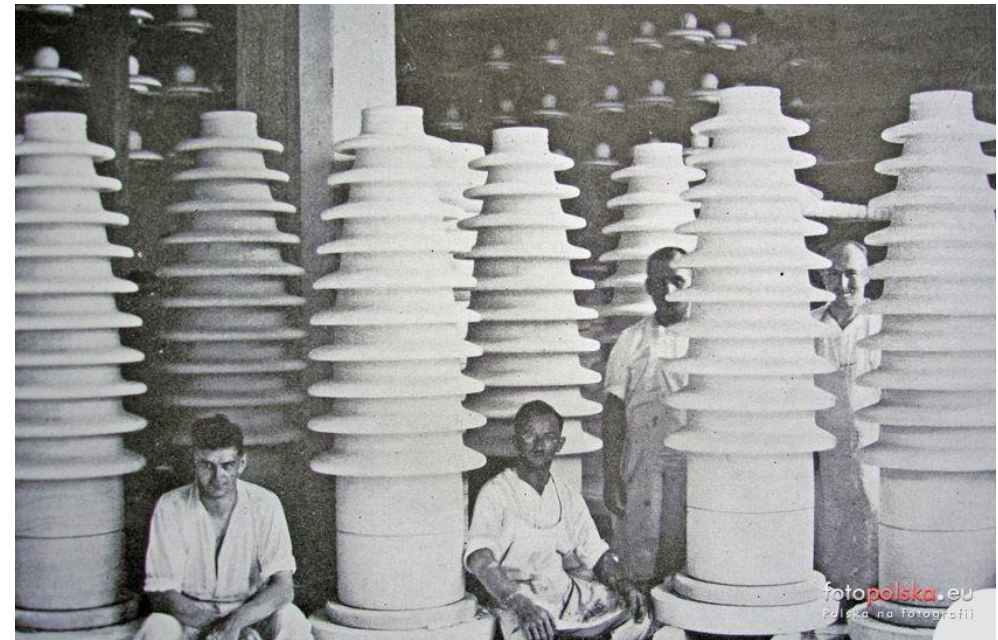
- ✓ porcelanę twardą
- ✓ porcelanę miękką





Ze względu na zastosowanie wyróżnia się:

- ✓ porcelanę stołową i artystyczną,
- ✓ porcelanę techniczną (m.in. elektrotechniczną),



# Porcelana twarda



Porcelana twarda jest tworzywem ceramicznym spieczonym, nienasiąkliwym, nie przepuszczającym dla gazów, białym i przeświecającym w cienkich warstwach.



*Miśnia, 1735, Johann  
Joachim Kaendler*

# Zanieczyszczenia surowców do produkcji porcelany



## W kaolinach

- ✓  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  0,8%,
- ✓  $\text{TiO}_2$  0,3 - 0,5%,
- ✓ suma  $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{TiO}_2 = 1 - 1,2\%$ ,

## W surowcach kwarcowych

- ✓  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  poniżej 0,1%,

## W skaleniach

- ✓  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  0,05 - 0,2%,

# Właściwości porcelany twardej



- ✓ gęstość 2,45 – 2,60 g/cm<sup>3</sup>
- ✓ **nasiąkliwość** **0,0 – 0,02 %**
- ✓ przeświecalność 20 – 25 %
- ✓ **białość** **60 – 78 %**
- ✓ twardość wg Mosha 7 – 8
- ✓ wytrzymałość mechaniczna:
  - na zginanie 40 – 140 MPa
  - na ściskanie 140 – 700 MPa

# Składy mas porcelanowych



	<i>na porcelanę twardą:</i>	<i>na porcelanę miękką:</i>
substancja ilasta	40 – 65%	25 – 40%
skaleń (topnik)	20 – 30%	25 – 40%
piasek kwarcowy	20 – 30%	30 – 45%

Temperatura wypalania:

na biskwit

~980°C

~1250°C

na ostro

1350 – 1410°C

1100 – 1150°C

# Inne gatunki porcelany miękkiej

## ✓ **Porcelana kostna (bone china)**

popiół kostny 20 – 60%,

$\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\cdot\text{OH}$

kaolin do 30%,

kamień kornwalijski do 30%,

temp. wypalania: biskwit  $\sim 1250^\circ\text{C}$ ;

na ostro  $\sim 1100 - 1150^\circ\text{C}$ .



## ✓ **Porcelana frytowa**

kaolin 30 – 50%,

piasek kwarcowy 25 – 35%,

fryta szklana 25 – 35%,

temp. wypalania: biskwit  $\sim 1250^\circ\text{C}$

na ostro  $\sim 1150^\circ\text{C}$ .



# Inne gatunki porcelany miękkiej



- ✓ *porcelana francuska (frytowa)*,  
Podstawowym składnikiem jest fryta (rozmielone szkliwo), substancje ilaste dodawane są w ilościach nie przekraczających 20%. Masa jest mało plastyczna z tego powodu dodaje się kleje organiczne, poprawiające właściwości formierskie.
- ✓ *porcelana samoszkliwna (parianowa)*,  
Oprócz kaolinu zawiera (25-40%), w skład masy wchodzi wyłącznie topniki (skaleń, fryta). Wytwarzane są głównie wyroby artystyczne.
- ✓ *new bone china*,  
Skład porcelany jest modyfikowany różnymi składnikami: mączka kostna, mączka wapienna, bentonit, ZnO, wollastonit itp.





# Inne gatunki porcelany

- ✓ *Porcelana techniczna*, modyfikowana porcelana twarda. Dodatki  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{ZrSiO}_4$ ,  $\text{BaO}$  sprzyjają tworzeniu faz krystalicznych podczas studzenia spieczonych wyrobów pozwala to zwiększyć wytrzymałość mechaniczną wyrobów



- ✓ *Tworzywa porcelanopodobne*: anortytowe, celsjanowe, cyrkonowe, forsterytowe, kordierytowe, mullitowe, steatytowe .....



# Porcelana sanitarna



to tworzywo nieprzeświecalne o barwie białej lub kremowej, najczęściej szkliwione, o nasiąkliwości wodnej do 0,9%.

- substancja ilasta 44 – 50%,
- skaień 28 – 30%,
- piasek kwarcowy 22 – 25%.



Wypalana jednokrotnie;

Temperatura wypalania: 1200 – 1250°C

# Fajans



to tworzywo nasiąkliwe, kruche i nieprzeświecalne o barwie kremowej, jasno szarej, różowej do czerwono-brązowej.

Pokrywany szkliwem przezroczystym lub kryjącym.

**Temperatura wypalania:**  
na biskwit 1100-1200°C  
na ostro 1050-1160°C

**FAJANS = MAJOLIKA**



# Fajans



## Fajans

### *ilasty*

### *wapniowy*

### *skaleniowy (twardy)*

substancja ilasta

75 – 80%

40 – 55%

40 – 55%

piasek kwarcowy

25 – 20%

25 – 40%

30 – 45%

węglan wapnia

–

15 – 20%

–

skaleń

–

–

15 – 20%

temperatura wypalania:

na biskwit

–

~1050°C

1230 – 1280°C

na ostro

1080 – 1180°C

980 – 1000°C

1140 – 1160°C

nasiąkliwość

~22%

~17 – 20%

9 – 12%

# Kamionka



to tworzywo o czerepie spieczonym, o nasiąkliwości wodnej poniżej 8%, czerepie barwy białej, szarej, kremowej, czerwonej lub czarnej.

Wypalana na ogół dwukrotnie:

- na biskwit 700 – 900°C
- na ostro 1250 – 1300°C



# Kamionka

- ✓ kamionka stołowa i gospodarcza,
- ✓ sprzęt laboratoryjny,
- ✓ kamionka kanalizacyjna – rury do odprowadzania ścieków miejskich i przemysłowych, zlewy w laboratoriach chemicznych,
- ✓ kamionka ługo(zasado)- i kwaso-odporna.



# Masy ceramiczne



- ✓ lejne (30 – 50% wody),
- ✓ plastyczne (18 – 24% wody),
- ✓ półsuche (2 – 8% wody),
- ✓ suche (do 2% wody).

Masy te różnią się:

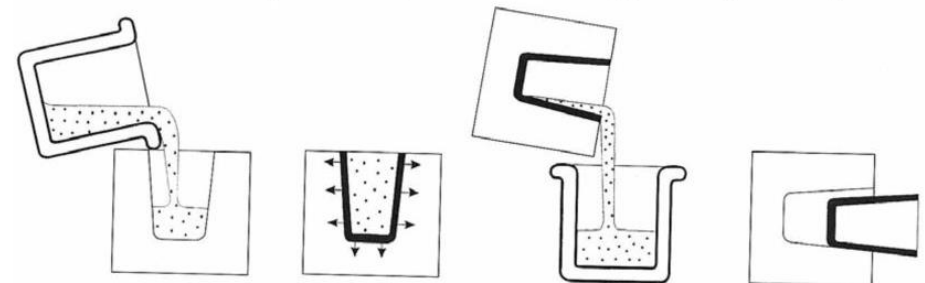
- ✓ zawartością wody,
- ✓ metodami formowania.



- ✓ odlewanie z mas lejnych w formach gipsowych (wyroby o skomplikowanych kształtach - czajniki, dzbanki, muszle klozetowe),
- ✓ odlewanie ciśnieniowe z mas lejnych (półmiski, umywalki),



# Metody formowania



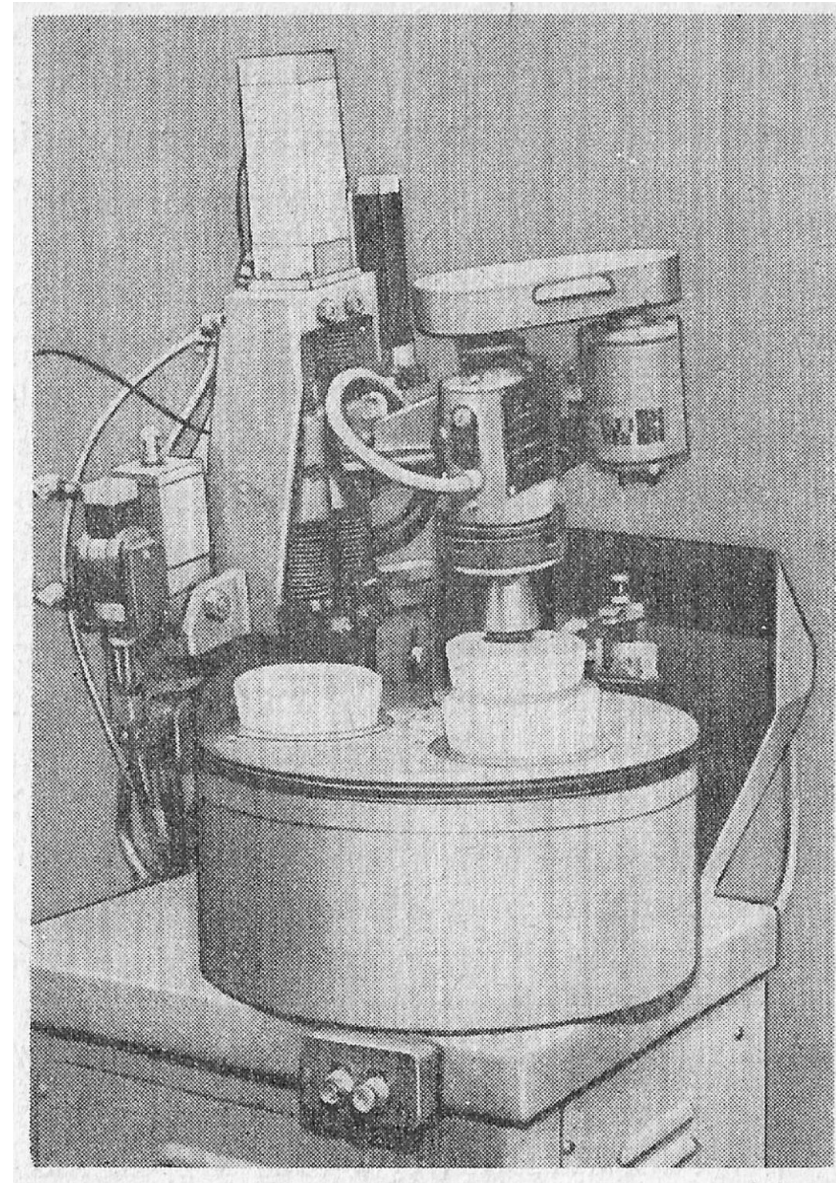
# Odlewanie ciśnieniowe



odlewanie ciśnieniowe



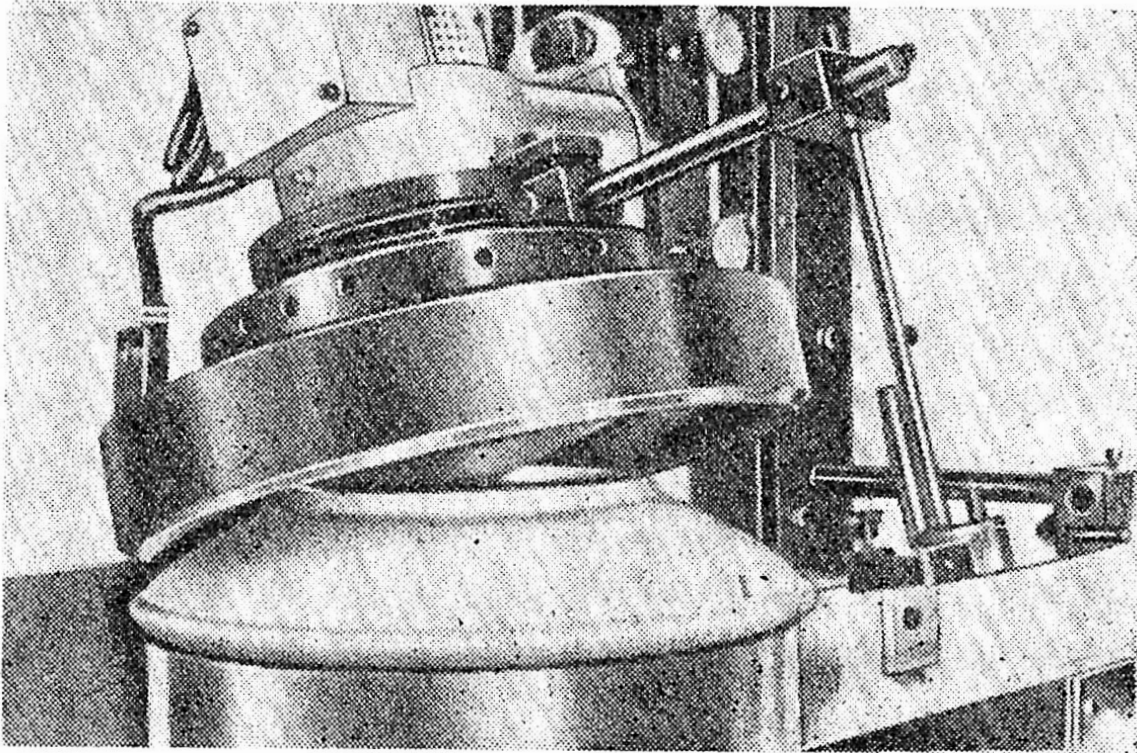
- ✓ formowanie z mas plastycznych **w formach** gipsowych (filizanki, kubki),



# Metody formowania

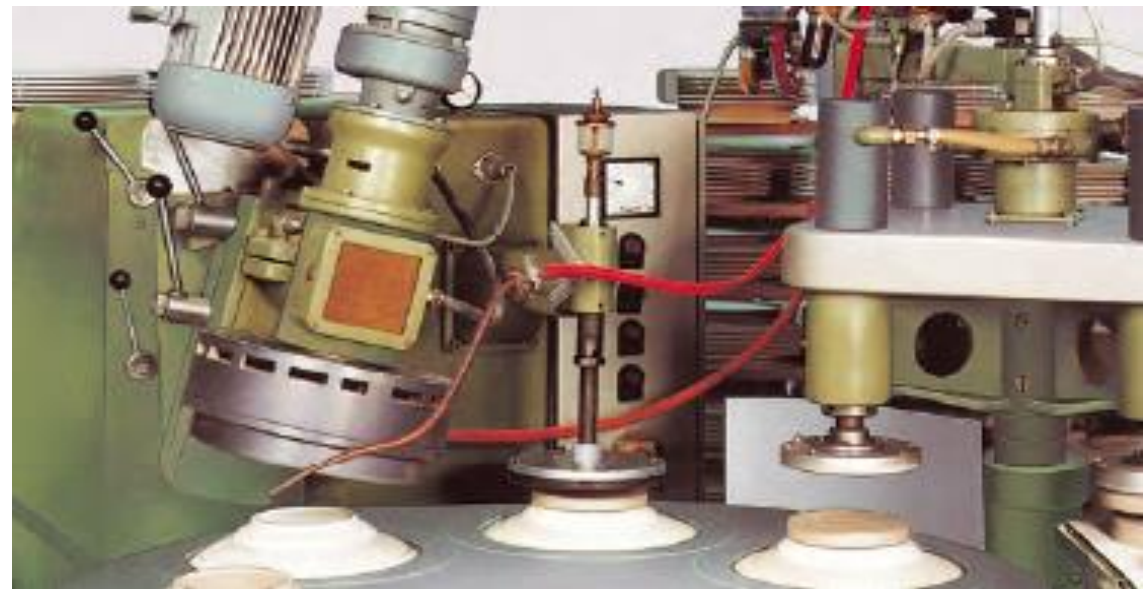


- ✓ formowanie z mas plastycznych **na formach** gipsowych (talerze, salaterki),



**SKK** **SHIN-EI KIKO**





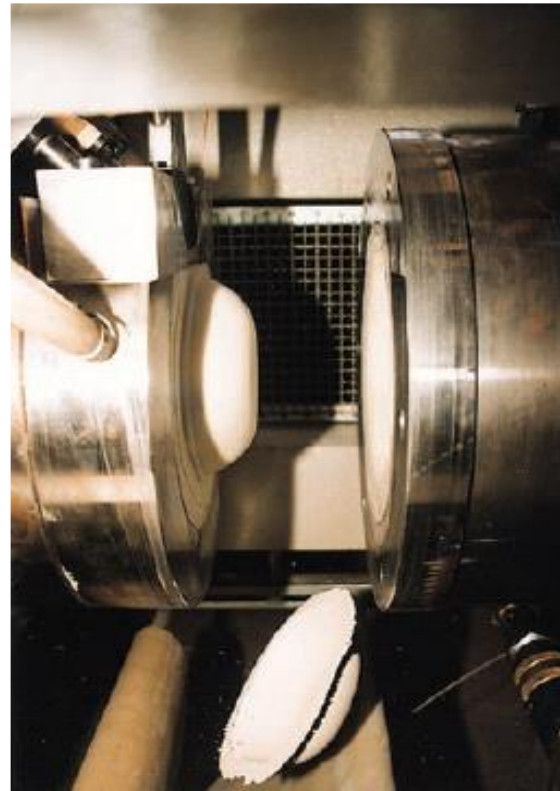
**Formowanie  
talerzy na  
automatach**



- ✓ formowanie z mas półsuchych na prasach (płytki),
- ✓ formowanie izostatyczne z mas suchych (talerze, salaterki).

# Izostatyczne formowanie talerzy ● ● ● ●

Polega na sprasowaniu porcji zgranulowanej masy pod nieznacznie zwiększonym ciśnieniem w „formie” utworzonej przez nieruchomy stempel oraz ruchomą membranę.



# Wypalanie na przykładzie porcelany twardej

## Wypalanie na biskwit



### **Cel:**

podniesienie wytrzymałości mechanicznej wyrobu,  
co ułatwia jego dalszą obróbkę.

Temperatura wypalania biskwitowego:  
**950-1000 °C**

Wypalanie w atmosferze utleniającej.



# Wypalanie na przykładzie porcelany twardej

Wypalanie na „ostro”



Temperatura wypalania na ostro *porcelany twardej*:  
**1350-1410°C.**

Atmosfera wypalania na ostro porcelany twardej:

- utleniająca do temperatury  $\sim 1050^{\circ}\text{C}$
- redukcyjna w zakresie temperatury 1050- 1250 $^{\circ}\text{C}$
- utleniająca do końcowej temperatury wypalania.

# Wypalanie



**wyrób surowy**



**wyrób wypalony  
na biskwit**



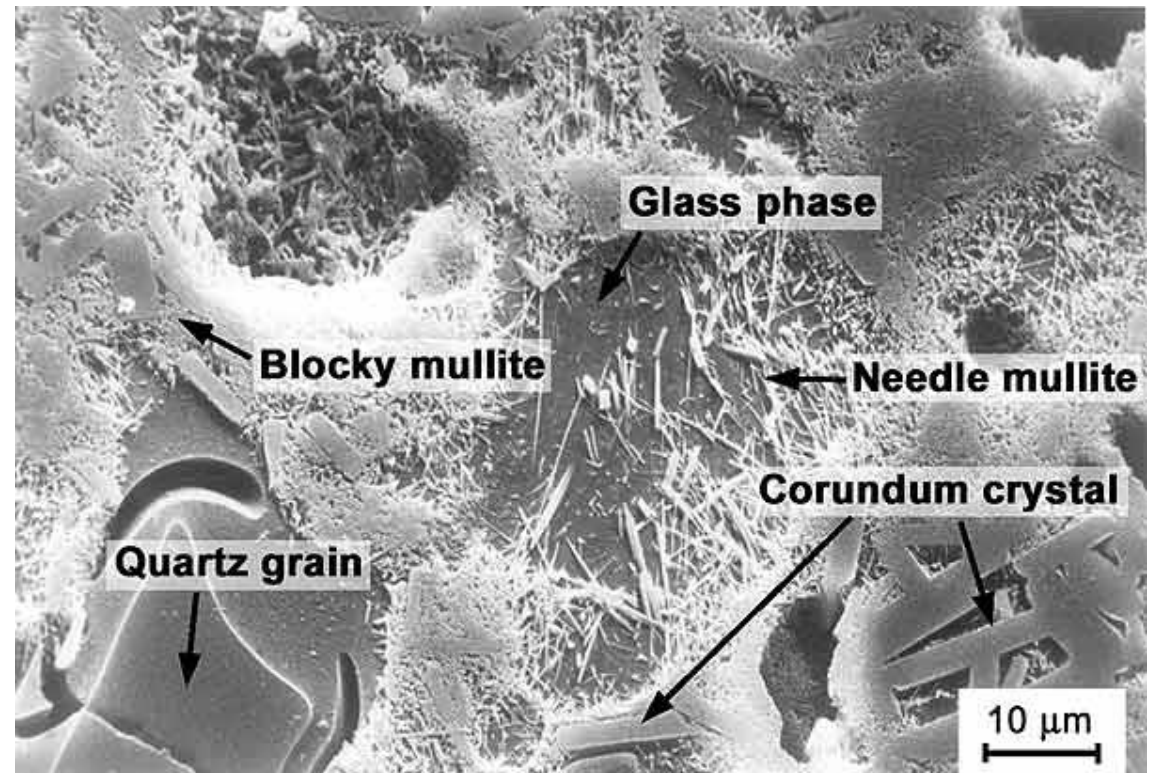
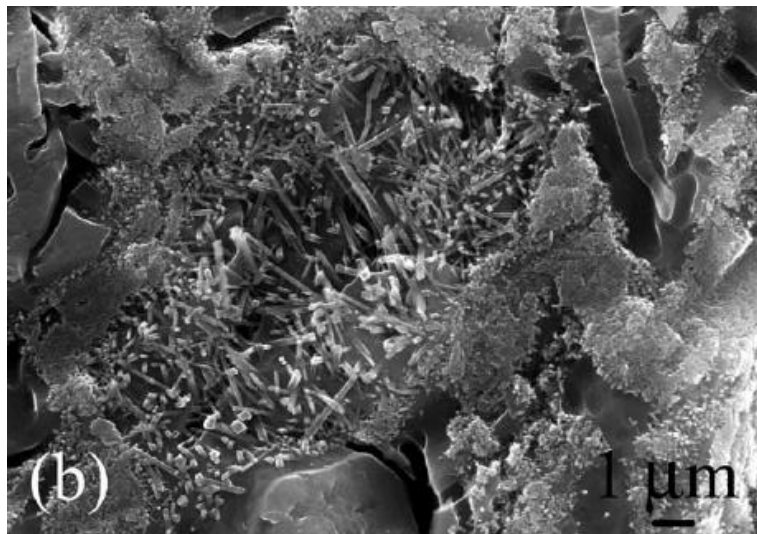
**wyrób wypalony  
na ostro i  
poszkliwiony**



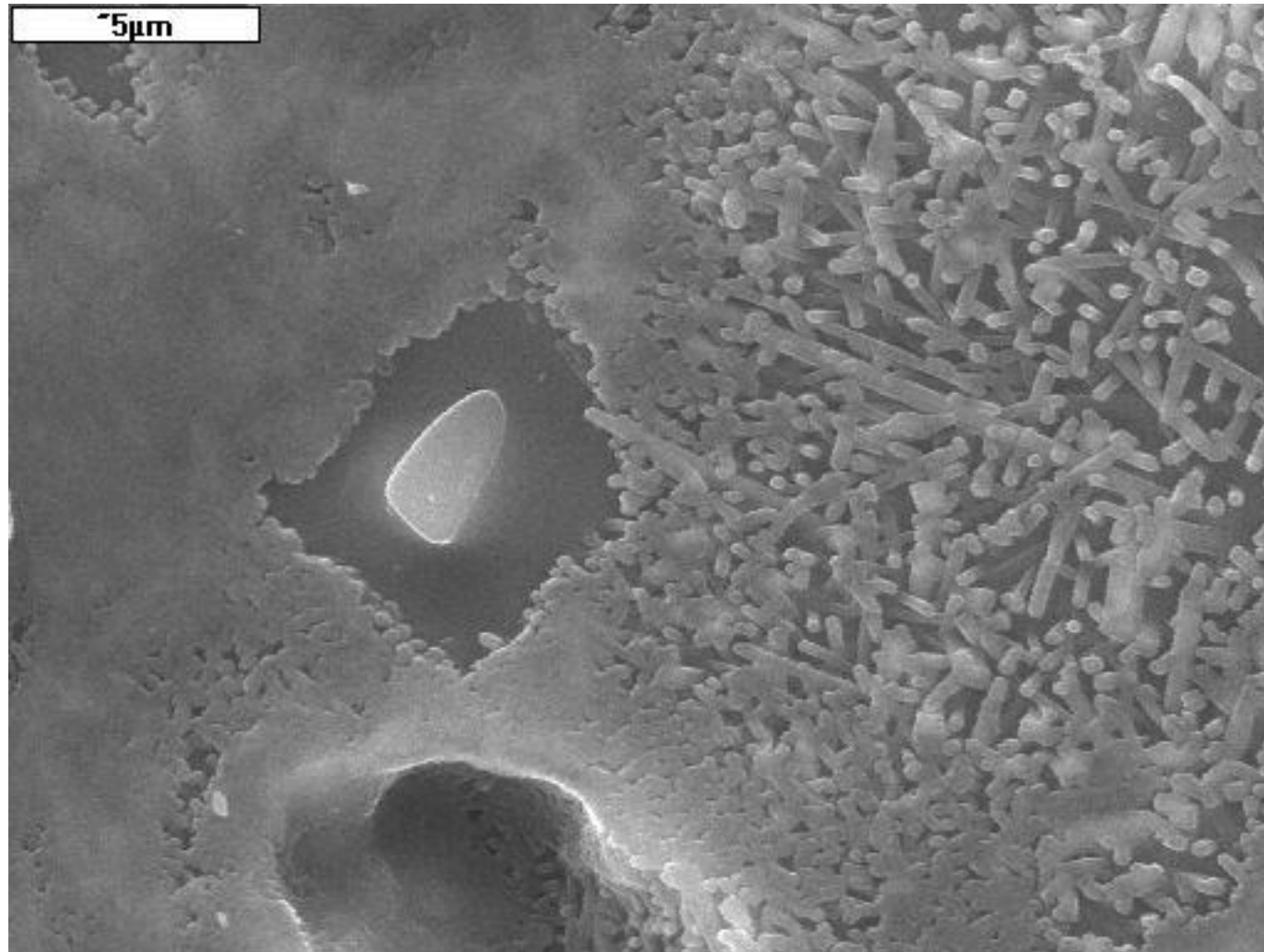
# Skład fazowy porcelany twardej



- ✓ ~70% faza szklista
- ✓ ~30% fazy krystaliczne (fazy krystaliczne, to: mullit  $3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$  i relikty kwarcowe)
- ✓ oraz pory zamknięte



# Skład fazowy porcelany twardej





**Piec tunelowy**



**Piec komorowy**



**Piec rolkowy**



Obecnie w technologii ceramicznych materiałów budowlanych stosuje się dwa rodzaje obróbki termicznej:

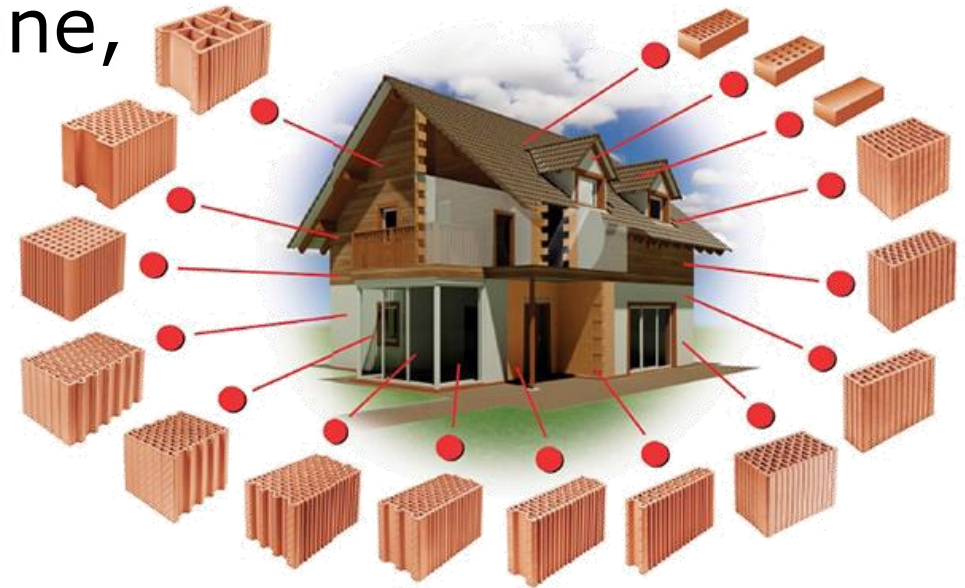
**1. wypalanie**, w zależności od oczekiwanych właściwości wyrobów stosuje się temperaturę z zakresu 900-1300°C,

**2. autoklawizowanie**, tę obróbkę termiczną stosuje się do wyrobów otrzymywanych w wyniku hydrotermalnych procesów zachodzących pomiędzy surowcami: wapnem palonym, piaskiem kwarcowym i wodą, w temperaturze 150 - 200°C.

# Ceramika budowlana

## wyroby wypalane

- ✓ wyroby ścienne grubościenna,
- ✓ wyroby ścienne drażnione,
- ✓ wyroby dachowe,
- ✓ pokrycia dachowe,
- ✓ rurki drenarskie.



Materiały ścienne o czerepie porowatym to np. cegły budowlane i pustaki ścienne. Materiały o czerepie spieczonym to np. cegła klinkierowa. Materiały dekarские to np. dachówki i gąsiory ceramiczne. Inne materiały budowlane to np. klinkier drogowy, rurki drenarskie i kamionka kanalizacyjna.





Lp.	Rodzaj wyrobu	Stosowane surowce	Temp. wypalania °C	Właściwości	
				Nasiąkliwość %	wytrz. na ściskanie [MPa]
1	Wyroby ceglarskie	Iły, gliny, dodatki schudzające	900-1000	4 - 22	2,5 - 30
2	Wyroby klinkierowe	Iły, gliny, lessy, dodatki schudzające	1000- 1200	6 - 10	22 - 100
3	Wyroby kamionkowe	Iły, gliny, dodatki schudzające, topniki	1100 - 1300	3 - 7	20 - 95



Do materiałów ściennych należą:

1. Cegły budowlane i pustaki ścienne pionowo drażone,
2. Pustaki do ścian wewnętrznych działowych,



250x120x65





**Materiały wiążące (spoiwa)** dzieli się na **powietrzne (gips i wapno)** i **hydrauliczne (cementy)**.

Oba rodzaje spoiw, po wymieszaniu z wodą lub innymi roztworami wodnymi, tworzą plastyczną masę (zaczyn), wiążą a następnie twardnieją.

Spoiwa hydrauliczne zachowują trwałość w środowisku wodnym, a spoiwa powietrzne nie są odporne na działanie wody, po pewnym czasie tracą właściwości wiążące i wytrzymałość.



Spoiwa powietrzne to **spoiwa gipsowe**, których podstawowym składnikiem jest siarczan IV wapnia (siarczan półwodny) oraz **spoiwa wapienne**, składające się głównie z wodorotlenku wapnia.



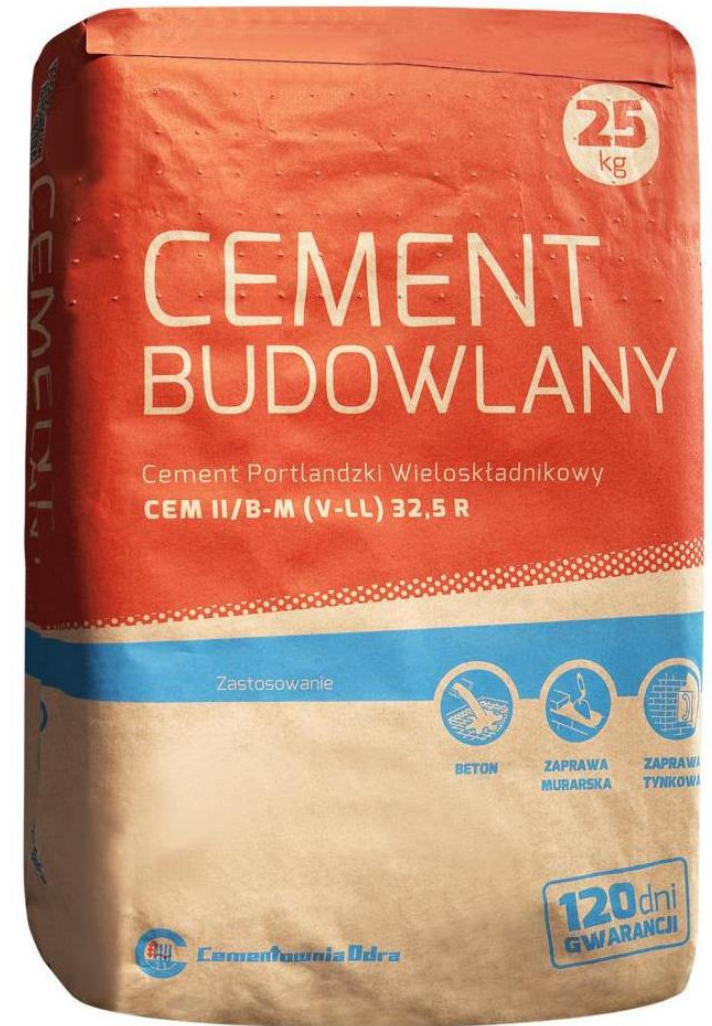
# Materiały wiążące



Spojwa hydrauliczne to różnego rodzaju **cementy**, których podstawowe cechy użytkowe zależą od zmielonego klinkieru portlandzkiego, głównego składnika cementu.

**Zaprawa** to mieszanina spojwa z piaskiem i wodą.

a **beton** to mieszanina cementu, piasku, kruszywa (np. żwirku) i wody.





*„Garncarz  
z błota narobi złota”*





**DZIĘKUJĘ ZA UWAGĘ !!!**