



KERAMIKA

Κεφ. 4.1:

**Πρώτες ύλες
για την παραγωγή κεραμικών**

πρώτες ύλες των κεραμικών:

- πηλός
- μη πλαστικές προσμίξεις
- νερό
- καύσιμη ύλη (π.χ. ξύλο)



Πηλός:

- το «δομικό υλικό» των κεραμικών
- άφθονος στη φύση ως: - λεπτόκοκκο ίζημα
- προϊόν διάβρωσης πετρωμάτων
- ανάμειξη με νερό $\Rightarrow$ πλαστικότητα $\Rightarrow$ σχηματοποίηση (υγρός)

αποτελείται από:

ένα ή περισσότερα αργιλικά ορυκτά (στα οποία οφείλονται οι ιδιότητές του) και από μη αργιλικά ορυκτά.

αργιλούχα ορυκτά του πηλού:

- έχουν συγκεκριμένη σύνθεση και κρυσταλλική δομή
- με τη θέρμανση αλλάζουν κρυσταλλική δομή $\Rightarrow$ σκληραίνουν
- επηρεάζουν την εργασιμότητα/πλαστικότητα του πηλού



οι κύριες ομάδες αργιλούχων ορυκτών που περιέχονται στον πηλό είναι:

- Καολινίτες
 - ανθεκτικοί σε υψηλές θερμοκρασίες χωρίς να τήκονται
 - λευκοί σε καθαρή μορφή
- Ιλλίτες
 - πλούσιοι σε K και Fe
 - ο πηλός υαλοποιείται σε σχετικά χαμηλές θερμοκρασίες ($<1000^{\circ}\text{C}$)
- Μοντμοριλλονίτες
 - μπορεί να είναι πολύ πλαστικοί
 - $\Rightarrow$ δεν χρησιμοποιούνται μεμονωμένα για την κατασκευή κεραμικών
 - ψήσιμο $\Rightarrow$ καφέ, κόκκινο ή γκρι χρώμα (διακόσμηση κεραμικών)
- Χλωρίτες
 - ψήσιμο $\Rightarrow$ σκούρα χρώματα
 - μικρή εργασιμότητα όταν χρησιμοποιούνται μεμονωμένα

Μη πλαστικές προσμείξεις:

- βελτιώνουν την εργασιμότητα του πηλού
- μειώνουν την πιθανότητα δημιουργίας ρωγμών μετά το ψήσιμο
- προστίθενται όταν οι πηλοί είναι πολύ πλαστικοί και για να μην ραγίζουν κατά το στέγνωμα

Μη πλαστικές προσμείξεις στην παραγωγή κεραμικών:

- Ορυκτά (ασβεστίτης, χαλαζίας)
- Οργανικά (σπόροι, φυτά)
- Βιοϋλικά (όστρακα, καμένο ξύλο)
- Ανθρωπογενή υλικά (θραύσματα κεραμικών)

Νερό:

- βελτιώνει την εργασιμότητα/πλαστικότητα του πηλού
- η σύστασή του [προσμίξεις] επηρεάζει τον τύπο κεραμικού που παράγεται (π.χ. ύπαρξη NaCl $\Rightarrow$ ψήσιμο σε υψηλότερες θερμοκρασίες)

Καύσιμη ύλη:

- άχυρο, πυρήνας ελιάς, ξύλο
- επιλέγονται ανάλογα με τη διαθεσιμότητα και τις συνθήκες ψησίματος που απαιτούνται
- ξύλο: η καλύτερη καύσιμη ύλη για φούρνους υψηλών θερμοκρασιών

Κεφ. 4.2:

**Επεξεργασία των πρώτων υλών
και παραγωγή πηλού**

Επεξεργασία πηλού:

- ξήρανση (στον ήλιο) σε εξωτερικό χώρο ή σε λάκκο
- αφαίρεση χονδρόκοκκων κομματιών/πετρών

Παραγωγή λεπτόκοκκου πηλού:

- χρησιμοποιείται ως επίχρισμα σε κεραμικά ή για την παραγωγή λεπτότερων κεραμικών
- παράγεται με τη μέθοδο της επίπλευσης (καθαρισμός και διαχωρισμός)

Επεξεργασία μη πλαστικών προσμίξεων:

- σπάσιμο

Επίπλευση:

Α' διαδικασία:

- προσθήκη νερού σε λάκκο ή δεξαμενή με κομμάτια ξηρού πηλού $\Rightarrow$ τα κομμάτια πηλού γίνονται μαλακά σαν λάσπη
- πάροδος ωρών ή/και ημερών
- προσθήκη επιπλέον νερού
- ανάδευση $\Rightarrow$ ομοιόμορφη διασπορά σωματιδίων πηλού, κατακάθιση χονδρών σωματιδίων $\Rightarrow$ αφαίρεση

Β' διαδικασία (παραγωγή λεπτότερων κλασμάτων πηλού):

- ο πηλός ρέει σε μακρύ και ρηχό αυλάκι πριν περάσει στο λάκκο ή στη δεξαμενή
- αιώρηση λεπτότερων, καταβύθιση χονδρότερων σωματιδίων

Παραγωγή πηλού για κεραμική:

- ανάμιξη πηλού, μη πλαστικών προσμίξεων και νερού
- οι αναλογίες ανάμιξης είναι ανάλογες της επιθυμητής εργασιμότητας του πηλού
- ζύμωμα και πλάσιμο του μίγματος $\Rightarrow$ ομοιόμορφη ανάμιξη
- απομάκρυνση φυσαλίδων αέρα



Κεφ. 4.3:

Μορφοποίηση του πηλού

απόσπαση κομματιού πηλού και μορφοποίηση $\Rightarrow$ επιθυμητό σχήμα

Τεχνικές μορφοποίησης πηλού:

- προσθήκη σε σπείρες
- μορφοποίηση με πίεση
- μορφοποίηση σε τροχό
- μορφοποίηση σε καλούπι

Προσθήκη σε σπείρες:

- ρολάρισμα του πηλού σε επίπεδη επιφάνεια $\Rightarrow$ σχηματισμός «μακαρονιών» ομοιόμορφου πάχους
- περιφερειακό τύλιγμα του μακαρονιού από πηλό
- λείανση της ανάγλυφης επιφάνειας των τοιχωμάτων που δημιουργούνται

Μορφοποίηση με πίεση:

- «δούλεμα» του πηλού ανάμεσα στον αντίχειρα και στα δάχτυλα

Μορφοποίηση σε τροχό:

- τοποθέτηση μάζας πηλού επάνω στον τροχό
- προσθήκη νερού
- κεντράρισμα καθώς ο τροχός περιστρέφεται (απαραίτητο για την επίτευξη ομοιόμορφου πάχους στα τοιχώματα)
- σχηματισμός τρύπας στο κέντρο του πηλού με τους αντίχειρες
- τοποθέτηση του ενός χεριού στο εσωτερικό και του άλλου χεριού στο εξωτερικό, πίεση προς τα μέσα και προς τα πάνω
⇒ ανύψωση και λέπτυνση των τοιχωμάτων
- αναδίπλωση στην κορυφή (δημιουργία χείλους)
- αποκόλληση του σκεύους από την επιφάνεια του τροχού με τη βοήθεια συρμάτινου νήματος

Μορφοποίηση σε τροχό:

Ο τροχός μπορεί να είναι:

- ποδοκίνητος
- χειροκίνητος
- ηλεκτρικός

Πλεονέκτημα:

Σε σχέση με τις άλλες μεθόδους, η μορφοποίηση σε τροχό είναι:

- πιο ελεγχόμενη
- πιο γρήγορη

Μορφοποίηση σε καλούπι:

- τοποθέτηση διαχωριστικού στρώματος (π.χ. άμμος) ανάμεσα στον πηλό και στο καλούπι (από ψημένο πηλό)
- πίεση του πηλού μέσα ή πάνω στο καλούπι
- χρησιμοποιείται για την κατασκευή πολύπλοκων σκευών με ανάγλυφη διακόσμηση

Χρησιμοποίηση εργαλείων για:

- πάτημα (π.χ. σπάτουλα) $\Rightarrow$ πίεση πηλού σε καλούπι
- ξύσιμο (π.χ. όστρακο) $\Rightarrow$ αφαίρεση επιπλέον κομματικών πηλού
- διακόσμηση (π.χ. μαχαίρι) $\Rightarrow$ αφαίρεση επιπλέον κομματιών πηλού
- γύρισμα (φινίρισμα ή/και διακόσμηση) επάνω στον τροχό

Κεφ. 4.4:

Η ξήρανση και το ψήσιμο του πηλού

Ξήρανση:

- προηγείται του ψησίματος
- αποσκοπεί στην απομάκρυνση της υγρασίας (αποφυγή βίαιης εξάτμισης του νερού και σπασίματος κατά το ψήσιμο)
- η ξήρανση μπορεί να γίνει στον ήλιο
- μείωση του όγκου $\Rightarrow$ κίνδυνος δημιουργίας ρωγμών

Ψήσιμο:

- αποσκοπεί στην αλλοίωση των αργιλούχων ορυκτών του πηλού $\Rightarrow$ δημιουργία σκληρής και πορώδους δομής
- οι θερμοκρασίες εξαρτώνται από τον τύπο του πηλού

κατά το ψήσιμο, τα κεραμικά περνούν από τις φάσεις:

- στερεά φάση (κρυσταλλική)
- [υγρή] φάση (υαλώδης)
- αέρια φάση (πορώδης)

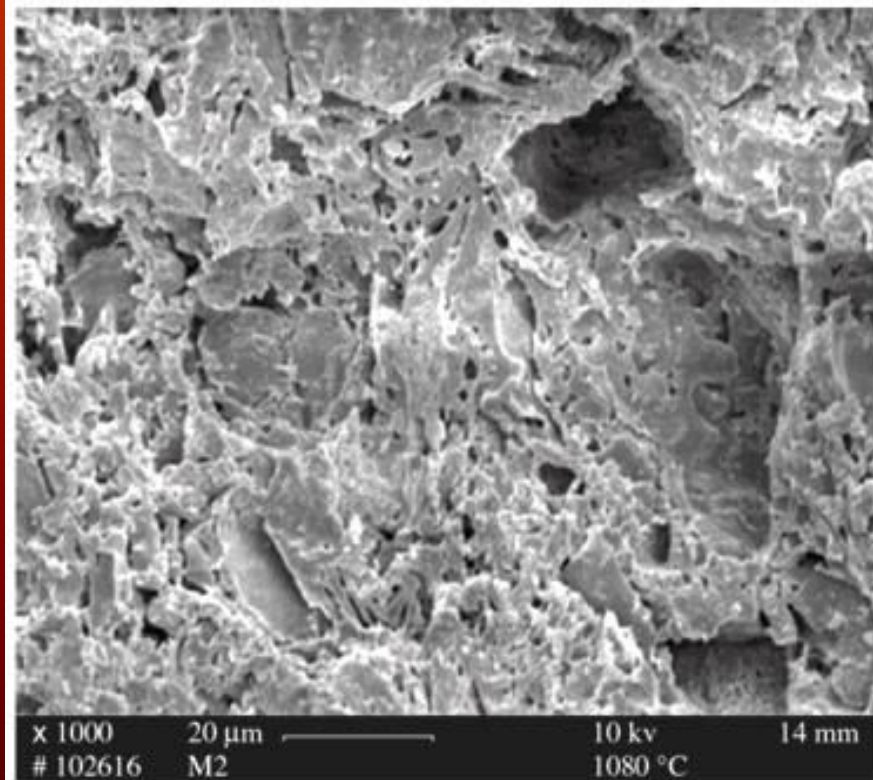
η έκταση των φάσεων προσδιορίζει το είδος του κεραμικού και τις ιδιότητές του π.χ. τερακότες (κυριαρχεί η κρυσταλλική φάση)
πορσελάνη (κυριαρχεί η υαλώδης φάση)

Στάδια ψησίματος:

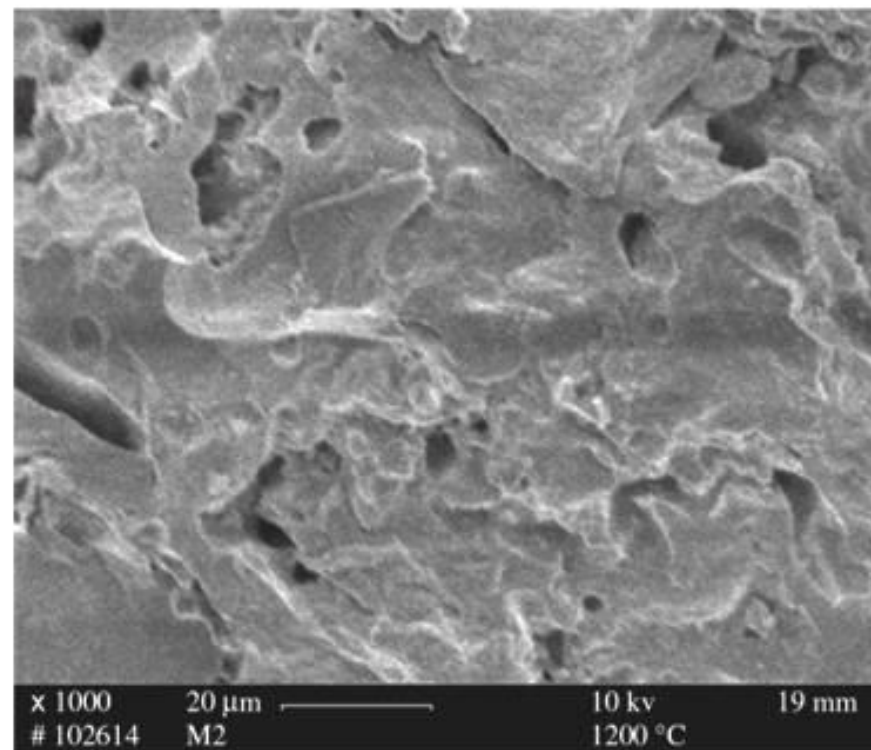
- Πρώτο στάδιο (μέχρι 350°C)
 - αποσύνθεση των οργανικών υλικών του πηλού
- Δεύτερο στάδιο (600 - 850°C)
 - αποσύνθεση των αργιλούχων ορυκτών του πηλού
 - συσσωμάτωση των κρυστάλλων των ορυκτών (τήξη ακμών των κρυστάλλων των ορυκτών και σύνδεσή τους)
 - η συσσωμάτωση γίνεται ΧΩΡΙΣ τήξη των αργιλούχων ορυκτών
 - η θερμοκρασία εξαρτάται από τον τύπο των αργιλούχων ορυκτών

Στάδια ψησίματος:

- Τελικό στάδιο
 - υαλοποίηση
 - σχηματισμός γυαλιού* από τον πηλό
 - ξεκινά όταν τα αργιλούχα ορυκτά αρχίζουν να τήκονται
 - ξεκινά στους 850°C αλλά γίνεται εμφανής στους 900-950°C
 - ελαττώνεται το πορώδες του κεραμικού υλικού
- * παρουσιάζει ορισμένες ιδιότητες παρόμοιες με το γυαλί της καθημερινής ζωής*

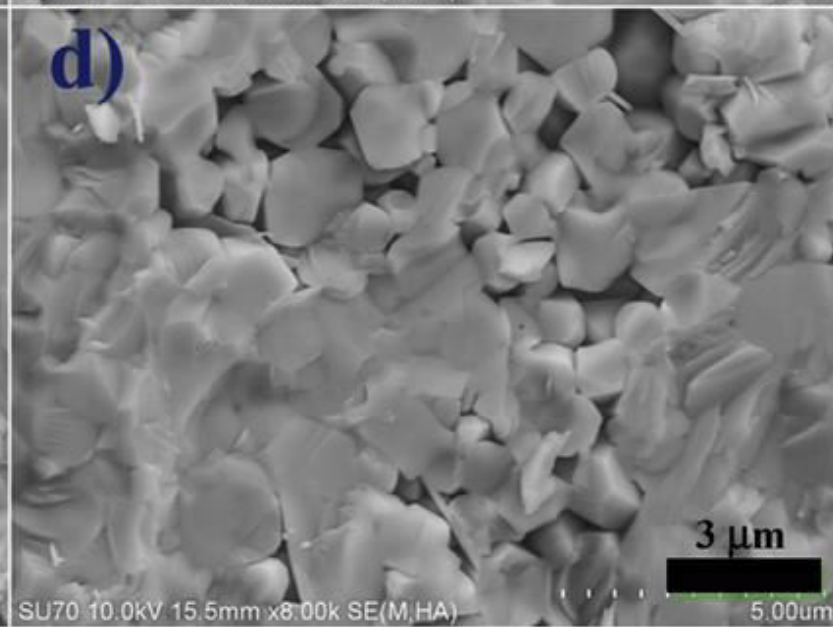
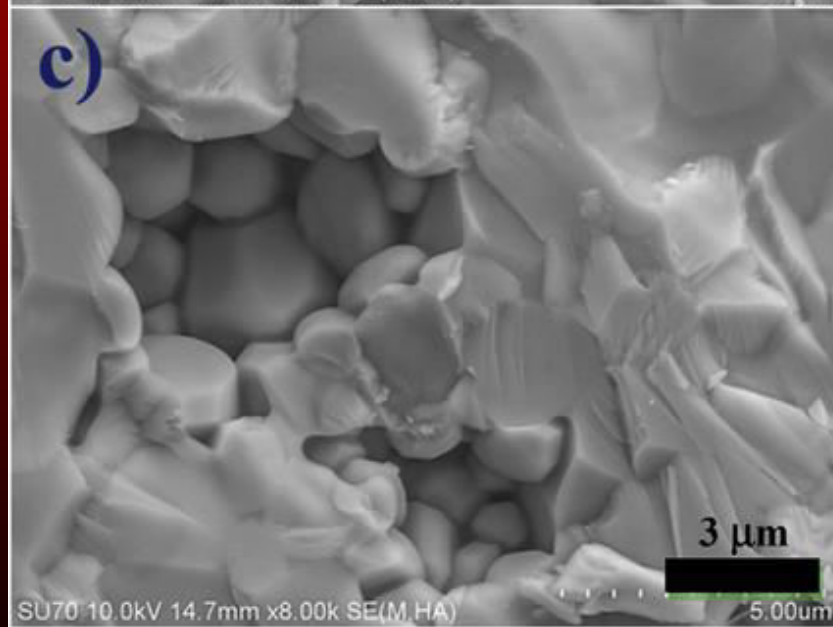
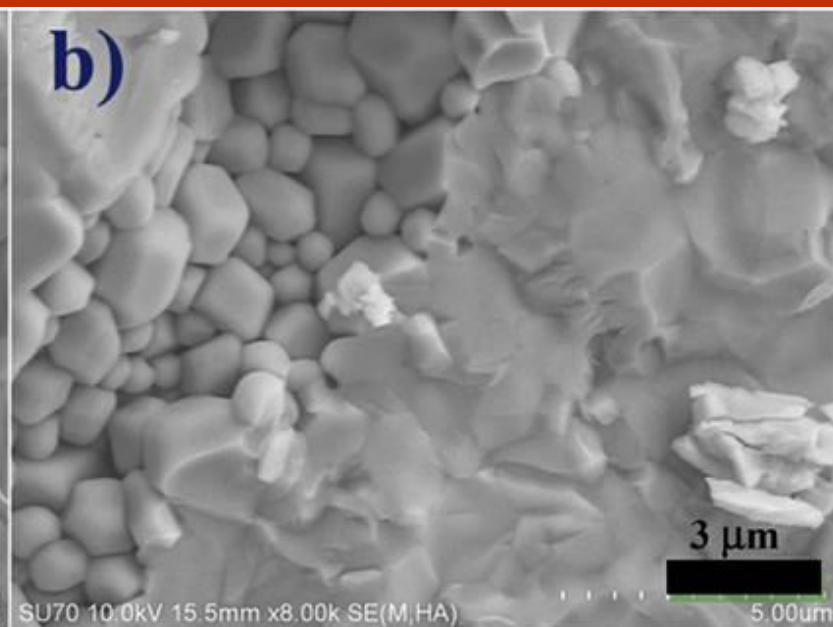
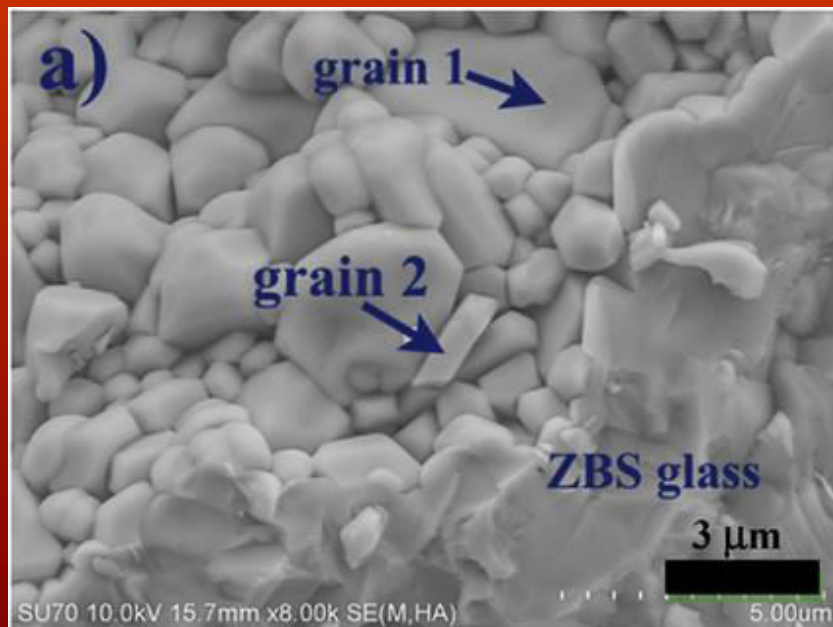


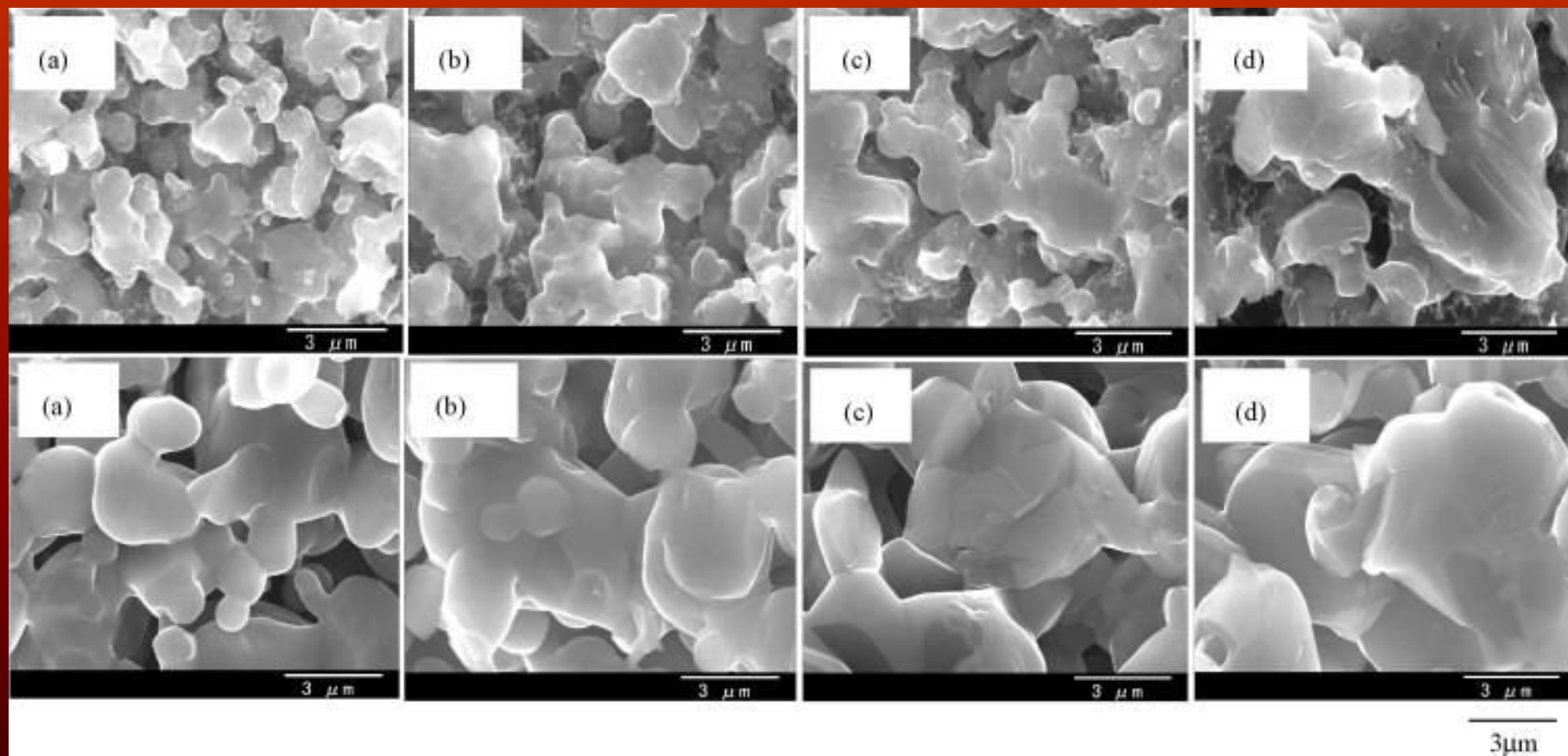
(a)



(b)

Figure 5. Fractured surface of the ceramic bodies sintered: a) 1080 °C; b) 1200 °C.





Ατμόσφαιρα ψησίματος:

επηρεάζει τον τύπο [και το χρώμα] του κεραμικού που παράγεται

Τύποι ατμόσφαιρας ψησίματος:

- Οξειδωτική (περίσσεια O_2)
η ποσότητα O_2 είναι $>$ από την απαιτούμενη για την [πλήρη] καύση της καύσιμης ύλης
- Αναγωγική (περίσσεια CO)
η ποσότητα O_2 είναι $<$ από την απαιτούμενη για την [πλήρη] καύση της καύσιμης ύλης $\Rightarrow$ σχηματισμός CO
- Ουδέτερη
η ποσότητα O_2 είναι η απαιτούμενη για την [πλήρη] καύση της καύσιμης ύλης $\Rightarrow$ σχηματισμός CO_2

Χρώμα ψημένου κεραμικού:

εξαρτάται από: - τύπο ατμόσφαιρας ψησίματος
- σύνθεση του πηλού (π.χ. παρουσία Fe)

π.χ.

- σιδηρούχα ορυκτά + οξειδωτική ατμόσφαιρα $\Rightarrow$ κοκκινωπό χρώμα
- σιδηρούχα ορυκτά + αναγωγική ατμόσφαιρα $\Rightarrow$ γκρι ή μαύρο χρώμα

Ψήσιμο:

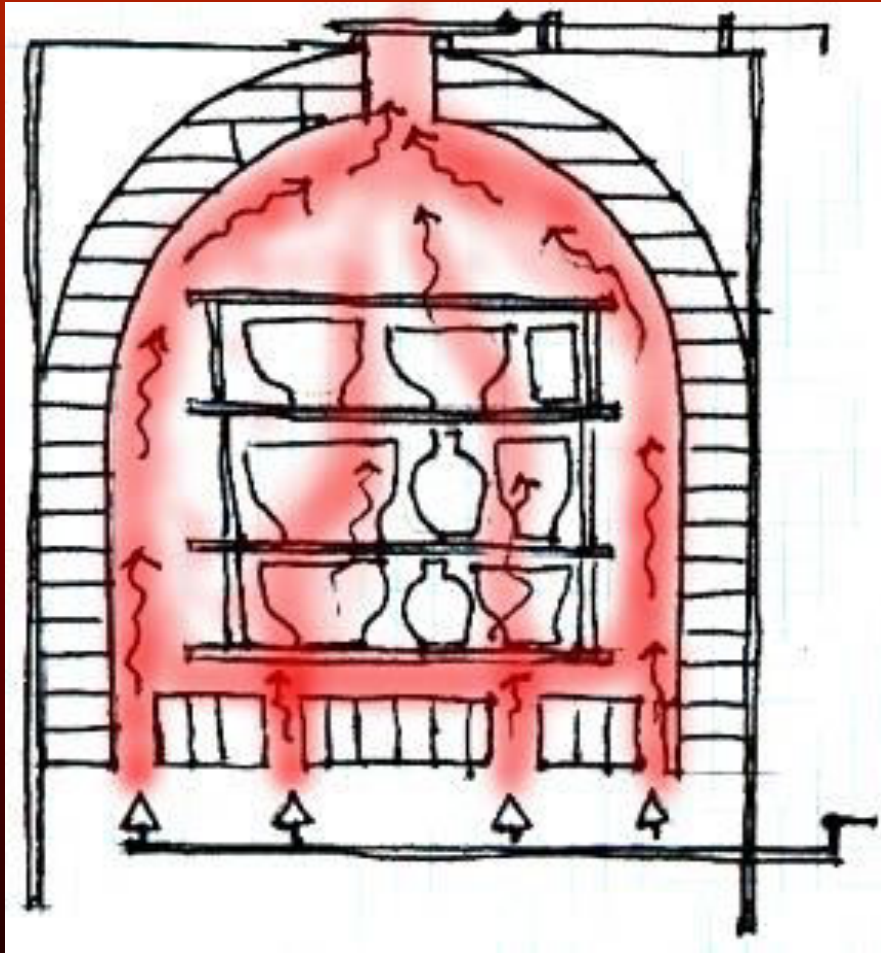
- σε ανοιχτή φωτιά
 - η απλούστερη και παλαιότερη μέθοδος ψησίματος κεραμικών
 - απαιτείται μόνο καύσιμη ύλη



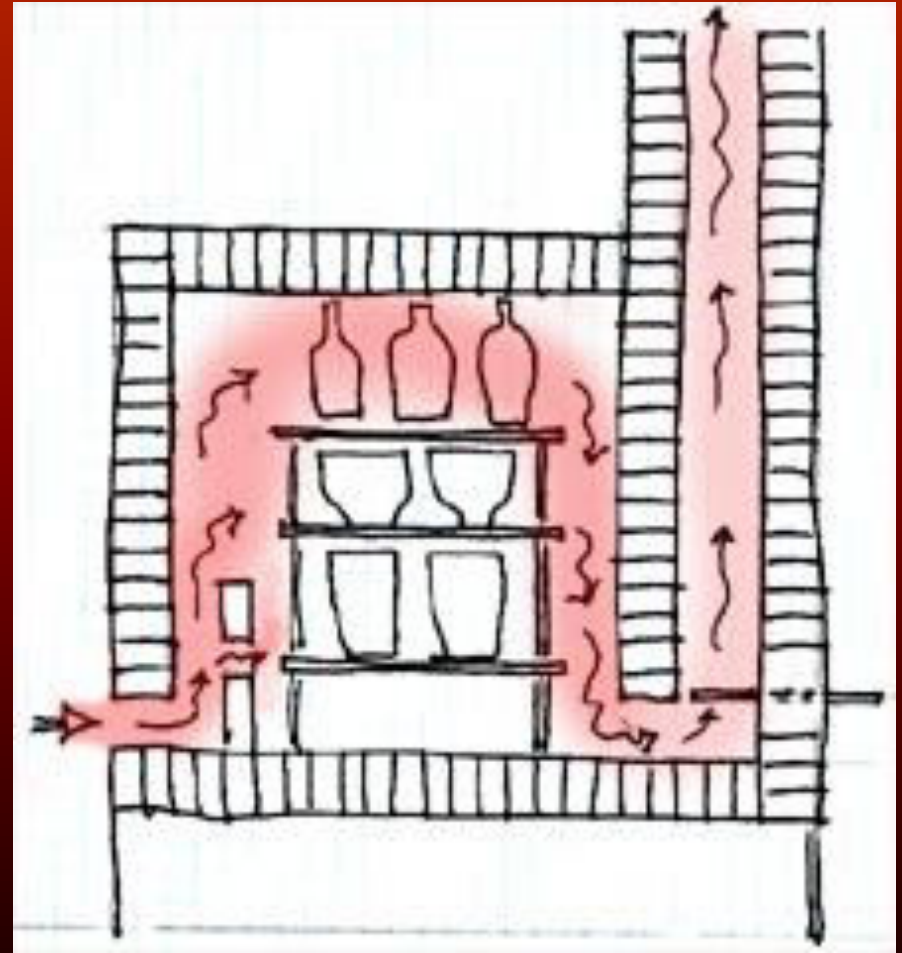
- σε λάκκους



- Σε φούρνους (καμίνους):
- Κάμινος ευθείας φλόγας



- Κάμινος αναστρεφόμενης φλόγας



Ψύξη:

η τελική μορφή ενός κεραμικού καθορίζεται από:

- το ρυθμό ψύξης
- την ατμόσφαιρα ψύξης

Κεφ. 4.5:

**Υαλώματα και διακόσμηση
των κεραμικών**

Τεχνικές διακόσμησης κεραμικών:

- Εφαρμογή χρωματιστής επικάλυψης (υάλωμα, χρωστική, βαφή, επίχρυσμα) $\Rightarrow$ αλλαγή του χρώματος της επιφάνειας
- Μορφοποίηση της επιφάνειας (εμπίεστα ή ανάγλυφα μοτίβα, απομάκρυνση πηλού από την επιφάνεια)



Εφαρμογή επικάλυψης - Υαλώματα:

Υαλώματα: τύπος υαλώδους υλικού που χρησιμοποιείται ως επικάλυψη σε κεραμικά.

- Το υλικό τήκεται $\Rightarrow$ υαλώδης εμφάνιση του κεραμικού
- Ο ρόλος του υαλώματος μπορεί να είναι:
αισθητικός (χρώμα) ή/και
λειτουργικός (αδιαπέραστο από τα υγρά)



Κατάταξη υαλωμάτων:

ανάλογα με την κύρια ευτηκτική ύλη που περιέχουν, τα υαλώματα διακρίνονται σε:

- υαλώματα μολύβδου
- αλκαλικά υαλώματα
- ασβεστούχα - αστριούχα υαλώματα
- υαλώματα που περιέχουν άλατα

Υαλώματα μολύβδου:

- περιέχουν μόλυβδο (Pb)
- ο Pb είναι πολύ καλός ευτηκτικός παράγοντας $\Rightarrow$ μείωση της θερμοκρασίας τήξης
- δίνουν πολύ καλό βάθος χρώματος στην επιφάνεια
- πολύ διαδεδομένα για πολλούς αιώνες
- με την πάροδο του χρόνου $\Rightarrow$ έκπλυση Pb από την επιφάνεια του κεραμικού $\Rightarrow$ δηλητηρίαση εάν εισέλθει στο αίμα

Αλκαλικά υαλώματα:

- περιέχουν ευτηκτικές ύλες Na ή K
- μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε χαμηλότερες θερμοκρασίες
- μπορεί να προέρχονται από μίγμα πυριτικής άμμου και στάχτης
- λιγότερο γυαλιστερά από τα υαλώματα μολύβδου

Ασβεστούχα-αστριούχα υαλώματα:

- περιέχουν ευτηκτικές ύλες K, Ca, Mg
- έχουν μεγάλη διάρκεια στο χρόνο
- χρειάζονται υψηλότερες θερμοκρασίες (1200-1350°C)
- τα καλύτερα υαλώματα, χρησιμοποιούνται συχνά στις πορσελάνες

Υαλώματα που περιέχουν άλατα:

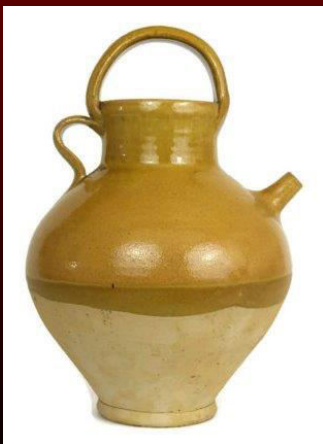
- τύπος αλκαλικού υαλώματος
- χρειάζονται υψηλές θερμοκρασίες (1150-1300°C)
- εφαρμόστηκε για πρώτη φορά στη Γερμανία τον 12^ο αιώνα, με χρήση NaCl (διάσπαση NaCl, το Na ενώνεται με το Si και το Al του κεραμικού σχηματίζοντας υάλωμα)

Εφαρμογή επικάλυψης - Χρωστικές:

Χρωστικές: ουσίες που όταν εφαρμόζονται σε κεραμικό, πριν ή μετά το ψήσιμο, αλλάζουν το χρώμα του

- Δεν έχουν ικανότητα πρόσφυσης στην επιφάνεια του κεραμικού $\neq$ βαφές
- Χρωστικές (φυσικές ή τεχνητές) χρησιμοποιήθηκαν συχνά στην αρχαιότητα για τη διακόσμηση κεραμικών
π.χ. ώχρα (φυσική)

αιγυπτιακό μπλε (τεχνητή από τήξη Ca, Si και Cu)



Εφαρμογή επικάλυψης - Βαφές:

Βαφές: μίγματα χρωστικών και συνδετικού υλικού

- Διαλύονται στο νερό και δεν χρειάζονται συνδετικό υλικό ≠ χρωστικές
- Χρησιμοποιήθηκαν στην αρχαιότητα για τη διακόσμηση κεραμικών

π.χ. Πορφύρα (Tyrian purple) που εξαγόταν από ένα είδος θαλάσσιου σαλιγκαριού (purpura shellfish, murex snail)



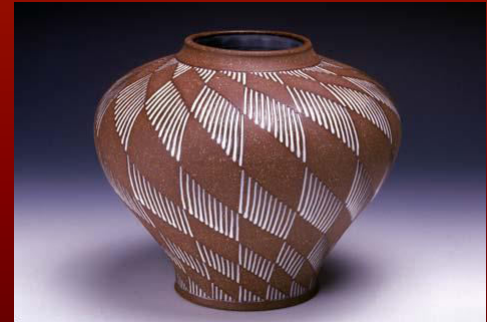
Εφαρμογή επικάλυψης - Επιχρίσματα:

Επιχρίσματα: λεπτόκοκκο κλάσμα πηλού (συνήθως ρευστό αιώρημα πηλού)

- Η εφαρμογή των επιχρισμάτων στην επιφάνεια του κεραμικού γίνεται με:
 - εμφάνιση
 - έγχυση
 - σφουγγάρι

Διακοσμητικές τεχνικές μορφοποίησης της επιφάνειας:

- Φινίρισμα
 - λείανση: χρήση εργαλείου (βότσαλο, οστό) $\Rightarrow$ μοτίβο λειασμένων γραμμών $\Rightarrow$ εφέ στιλβωμένης, ματ επιφάνειας
 - γυάλισμα: λεία και ομοιόμορφη επιφάνεια
- Κοπή
 - ανάγλυφο
 - «χτένισμα» (δημιουργία παράλληλων γραμμών)
 - δημιουργία εγκοπών
 - διάτρηση
 - [σγκραφίτο] (sgraffito)
- Απομάκρυνση
 - εμπίεστη διακόσμηση
 - ανάγλυφο



Κεφ. 4.6:

Αρχαία Κεραμικά

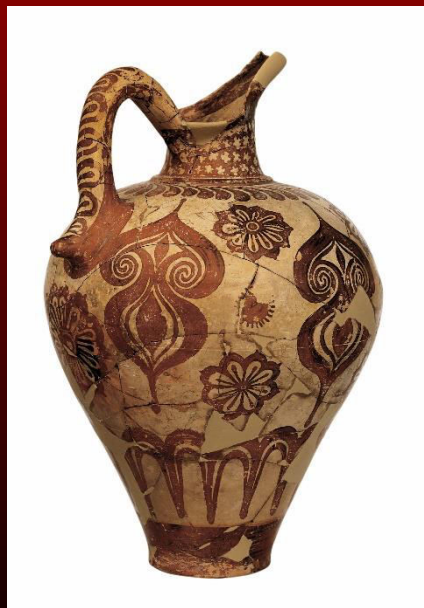
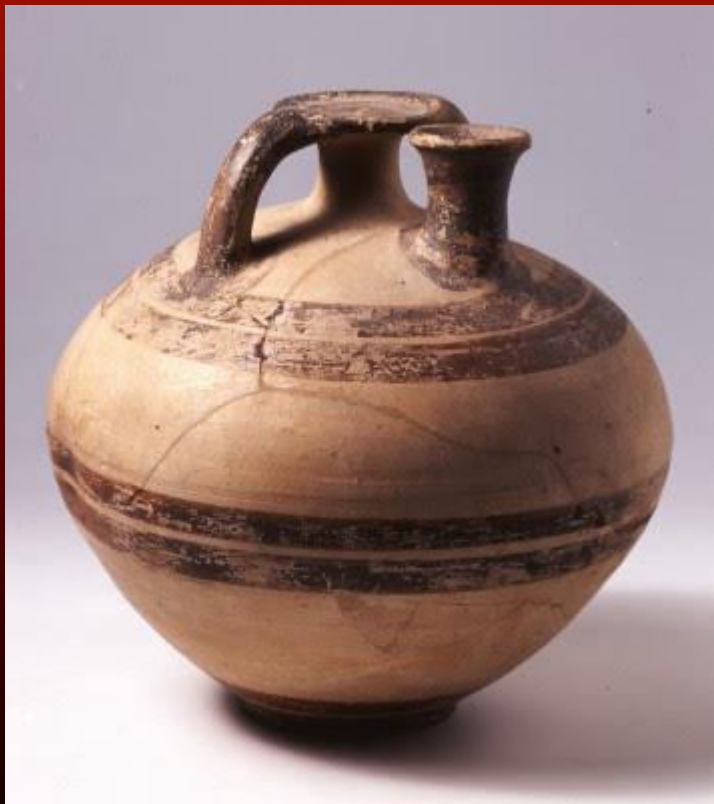
Μυκηναϊκά αγγεία:

- Μυκήνες, υστεροελλαδική φάση περ. 1575 π.Χ.
- συγκεκριμένη τυπολογία, επηρεασμένη από τον Μινωικό πολιτισμό
- 1375 π.Χ. διαμόρφωση μοναδικού στιλ
- διακόσμηση με χοντρές μαύρες ή κόκκινες γραμμές, με στιλιζαρισμένες σκηνές ζώων ή αρμάτων
- μικρά πήλινα αγαλματίδια γυναικών ή ζώων

Κυριότεροι τύποι διακόσμησης αγγείων:

- πυκνός ρυθμός (close style)
κάλυψη ολόκληρης της επιφάνειας με απεικονίσεις πουλιών, ζώων, ψαριών που περιβάλλονταν από αφηρημένα σχήματα
- ρυθμός του σιτοβολώνα (granary style)
απλός, με ελάχιστες ζωγραφικές διακοσμήσεις







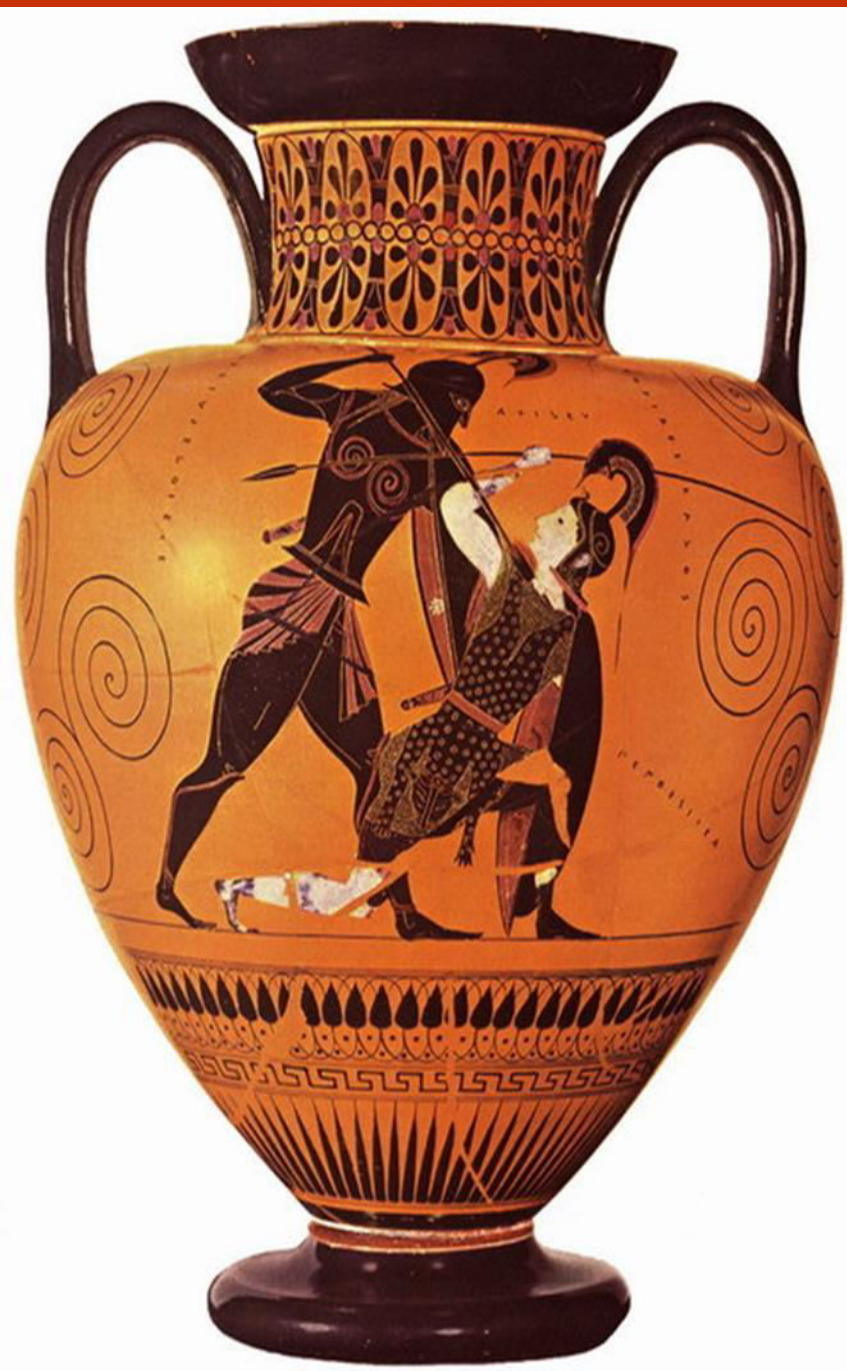
Μελανόμορφα αγγεία:

- Αθήνα, 630 π.Χ.
- κυριάρχησαν στην Ελλάδα έως το 60 π.Χ.

κατασκευή:

- επικάλυψη περιοχών με επίχρυσμα πολύ λεπτόκοκκου πηλού, χαμηλής περιεκτικότητας σε Ca
- απόδοση λεπτομερειών με χάραξη πριν από το ψήσιμο
- ψήσιμο σε αναγωγικές συνθήκες





Λευκές λήκυθοι:

- ταφικά κεραμικά αγγεία που περιείχαν λάδι
- μεταφέρονταν και χρησιμοποιούνταν μόνο κατά την ταφή
- έχουν μαύρο λαιμό και βάση και πολύχρωμη διακόσμηση σε λευκό φόντο στο σώμα του αγγείου



Λευκές λήκυθοι, διαδικασία κατασκευής:

- επικάλυψη λαιμού και βάσης του κεραμικού με επίχρισμα υψηλής περιεκτικότητας Fe
- επικάλυψη σώματος του αγγείου με λευκό επίχρισμα (αιώρημα καολίνη)
- πολύχρωμη διακόσμηση στο λευκό επίχρισμα PIN από το ψήσιμο, με φυσικές χρωστικές καφέ έως κίτρινου χρώματος (π.χ. αιματίτης)
- ψήσιμο σε κύκλο οξειδωτικής-αναγωγικής-οξειδωτικής ατμόσφαιρας, μέγιστη θερμοκρασία 800-950°C
- προσθήκη ευαίσθητων χρωμάτων μετά το ψήσιμο (πράσινο, μπλε)

