

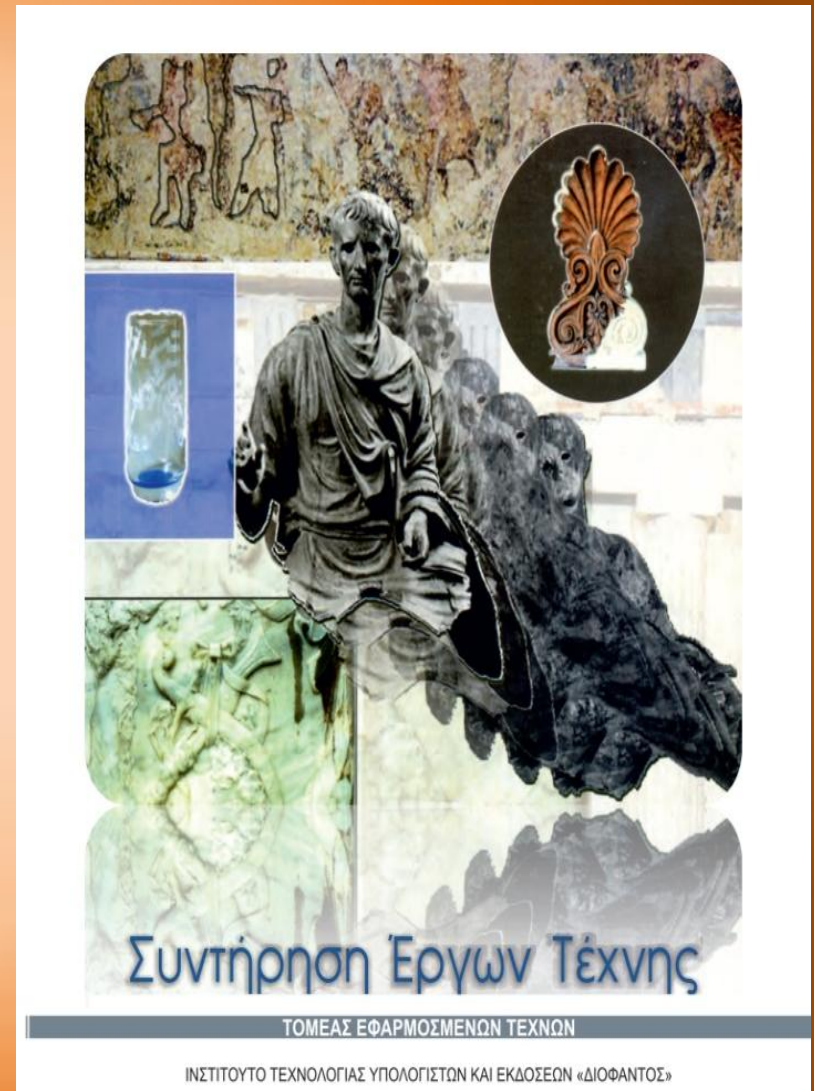
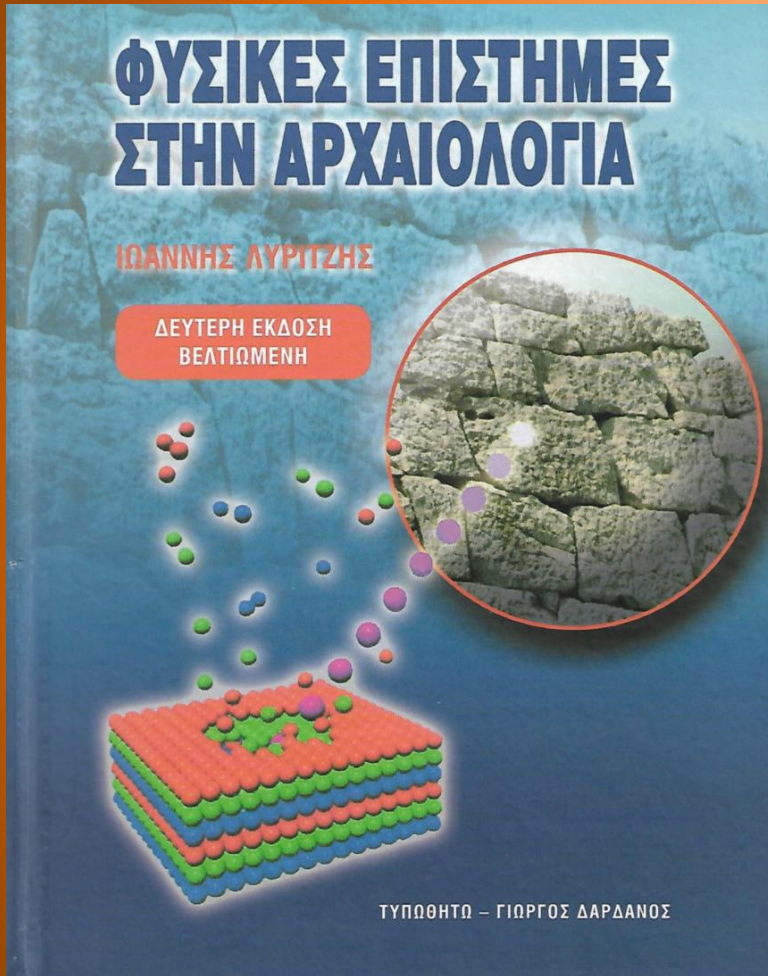
ΑΙΤΙΑ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ ΦΘΟΡΑΣ ΥΛΙΚΩΝ (κωδ. μαθ.463)

ΜΑΘΗΜΑ 10

4^ο εξάμηνο (Εαρινό)

Ανώτατη Εκκλησιαστική Ακαδημία Αθηνών
Πρόγραμμα Διαχείρισης Εκκλησιαστικών Κειμηλίων

Βιβλιογραφία



Εθνική Μεταπτυχιακή Σχολή

Δ.Π.Μ.Σ. «Προστασία Μνημείων»



ntua ACADEMIC OPEN COURSES

Περιβαλλοντικά αίτια - Φαινόμενα και μηχανισμοί της φθοράς - Σχέση φθοράς και παθολογίας

Καθ. ΕΜΠ Αντωνία Μοροπούλου



ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ *επένδυση στην κοινωνία της γνώσης*

ΕΣΠΑ 2007-2013 *πρόγραμμα για το αύριο*

ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης

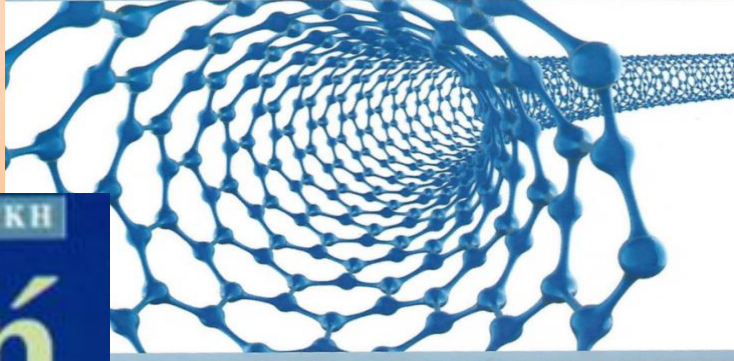
Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο

Βιβλιογραφία

WILLIAM D. CALLISTER, JR | DAVID G. RETHWISCH

ΕΠΙΣΤΗΜΗ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

9η Έκδοση



ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΤΖΙΟΛΑ

ΕΚΔΟΣΗ ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΕΝΗ ΜΕ ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΦΥΣΙΚΗ

Φυσική

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ
HUGH D. YOUNG

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

ΘΑ ΑΣΧΟΛΗΘΟΥΜΕ ΜΕ ΤΟΥΣ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ-ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΥΣ ΦΘΟΡΑΣ:

- Χαρτιού
- Υφάσματος
- Ξύλου, ξυλόγλυπτου
- Φορητής Εικόνας
- Ελαιογραφίας
- Τοιχογραφίας
- Ψηφιδωτού
- Μετάλλου
- **Κεραμικού**
- Πέτρας

ΠΕΡΙ ΚΕΡΑΜΙΚΩΝ (0)-ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ

Υπενθυμίζεται ότι τα στερεά υλικά ταξινομούνται σε 4 βασικές κατηγορίες: τα **μέταλλα**, τα **κεραμικά**, τα **πολυμερή** και τα **σύνθετα υλικά**.

Ειδικά τα **κεραμικά**: είναι ενώσεις μεταλλικών και αμετάλλων στοιχείων. Είναι άκαμπτα και ανθεκτικά. Τα λεγόμενα παραδοσιακά κεραμικά (όπως ο **πηλός**, το **τσιμέντο**, το **γυαλί** κ.ά.) δεν αντέχουν στις παραμορφώσεις (άρα δεν είναι **όλκιμα**) και **θραύονται**. Είναι **κακοί αγωγοί** της θερμότητας και του ηλεκτρισμού. Μπορεί να είναι **διαφανή**, **αδιαφανή** ή **ημιδιαφανή**. Κάποια επιδεικνύουν **μαγνητικές ιδιότητες** (Fe_3O_4).

ΠΕΡΙ ΚΕΡΑΜΙΚΩΝ (1)

SiO ₂	60,1
Al ₂ O ₃	15,6
Fe ₂ O ₃	3,4
FeO	3,9
MgO	3,5
CaO	5,1
Na ₂ O	3,9
K ₂ O	3,2
TiO ₂	1,0
P ₂ O ₃	0,3

• Δείγματα κεραμικής τεχνικής έχουμε από πολύ παλαιά. Συγκεκριμένα έχουν βρεθεί κεραμικά χρονολογούμενα από την πρώτη Νεολιθική εποχή (8000-5000 π.Χ.), την κύρια Νεολιθική εποχή 5000-3000 π.Χ) και μετά.

• Η κεραμική αναπτύχθηκε μεταξύ άλλων τόπων και στην Αίγυπτο, στην Ελλάδα, στη Ετρουρία (στην κεντρική Ιταλία).

• Από πλευράς σύστασης ο στερεός φλοιός της Γης αποτελείται από τα ακόλουθα οξειδία επί τοις εκατό κατά βάρος (%κ.β.) όπως στο διπλανό πίνακα.

ΠΕΡΙ ΚΕΡΑΜΙΚΩΝ (2)

• Η πρώτη ύλη των κεραμικών είναι ο **πηλός**. Και τον πηλό τον αποτελούν οι άργιλοι. Οι **άργιλοι** είναι μία οικογένεια πολύπλοκων ορυκτών του αργιλίου (Al-αλουμινίου) και του πυριτίου (Si) με ποσοστά ασβεστίου (Ca), μαγνησίου (Mg), σιδήρου (Fe), καλίου (K), νατρίου (Na), νερού (H₂O) κ.ά.

• Ο πηλός που δομεί το κεραμικό αποτελείται κυρίως (αλλά όχι αποκλειστικά) από τρία συστατικά ορυκτά: τον **καολίνη** (σε μεγαλύτερο ποσοστό), τον **ιλλίτη** και τον **μοντμοριλονίτη**. Ο κοινός μοριακός τύπος και των τριών είναι:



• Σε ηλεκτρονικό μικροσκόπιο οι κρύσταλλοι του καολίνη εμφανίζονται όπως στην διπλανή Εικόνα. Με μαύρο χρώμα παριστάνεται το νερό που υπάρχει ανάμεσα στους κρυστάλλους:



ΠΕΡΙ ΚΕΡΑΜΙΚΩΝ (3)

•Οι **άργιλοι** αποτελούνται από πλακοειδείς κρυστάλλους. Όταν αναμιγνύονται με νερό προς σχηματισμό υγρού πηλού, τότε ανάμεσα στους κρυστάλλους παρεμβάλλεται ποσότητα νερού η οποία λειτουργεί ως λιπαντικό των κρυστάλλων. Το νερό διευκολύνει την ολίσθηση των κρυστάλλων προσδίδοντας στον πηλό πλαστικότητα. Η πλαστική άργιλος μπορεί να συγκρατήσει μέχρι 70% νερό χωρίς να στάζει.

•Όσο ο πηλός στεγνώνει, το νερό απομακρύνεται ανάμεσα από τους κρυστάλλους του, αυτοί πλησιάζουν ο ένας τον άλλο, κινούνται δυσκολότερα και το υλικό χάνει την πλαστικότητά του, δηλαδή μετατρέπεται σε ξεραμένη λάσπη (το κεραμικό). Στην παρακάτω Εικόνα από το βιβλίο **ΦΥΣΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΣΤΗΝ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΑ**, Ι.ΛΥΡΙΤΖΗ, παριστάνονται οι κρύσταλλοι και με μαύρο χρώμα παριστάνεται το νερό που υπάρχει ανάμεσα στους κρυστάλλους. Προς τα δεξιά ο πηλός ξηραίνεται προς κεραμικό. Αν το κεραμικό (ο στεγνός πηλός) ξαναβραχεί πάλι (χωρίς όμως να έχει μεσολαβήσει ψήσιμο) τότε ανακτάται η πλαστικότητά του.

ΠΡΟΣΟΧΗ: δεν πρέπει να συγχέεται αυτό το νερό του πηλού, με το νερό που υπάρχει στο μόριο του αργίλου $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$



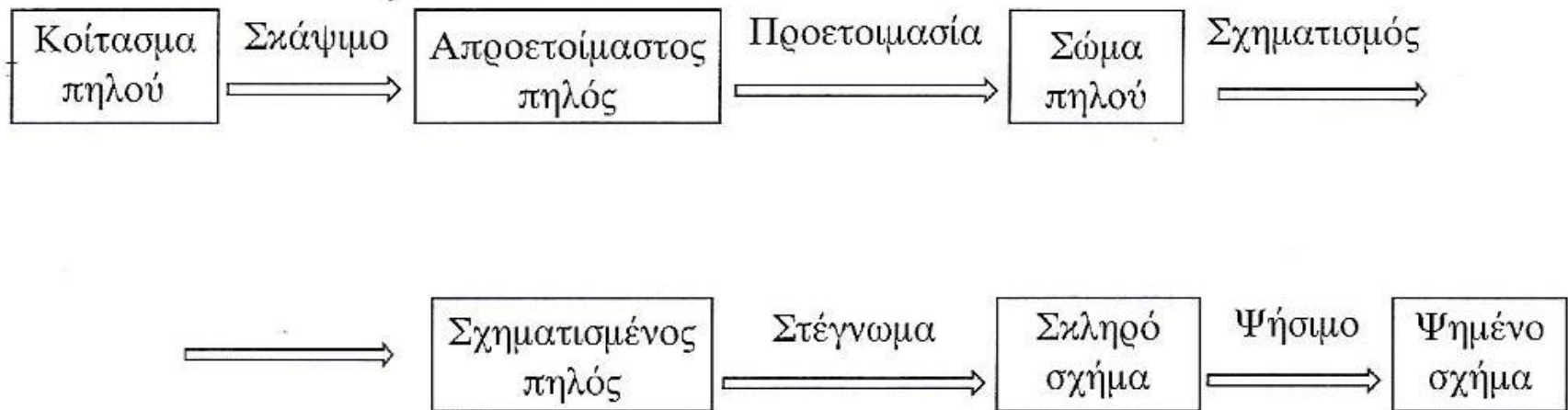
➔ Απώλεια νερού προς τα δεξιά-με μαύρο χρώμα απεικονίζεται το νερό

ΠΕΡΙ ΚΕΡΑΜΙΚΩΝ (4)

Οι **άργιλοι** διακρίνονται:

- ανάλογα με τον τρόπο που σχηματίστηκαν
- ανάλογα με τις προσμίξεις που περιέχουν
- ανάλογα με τη συμπεριφορά τους όταν ψήνονται κ.ά.

Κανένας πηλός δεν είναι κατάλληλος να γίνει κεραμικό αμέσως μετά την εξαγωγή του από τη Γη. Χρειάζεται προεργασία. Στην παρακάτω εικόνα περιγράφεται σχηματικά και πολύ συνοπτικά η προετοιμασία του πηλού από την εξόρυξη του έως το τελικό του σχήμα.



ΠΕΡΙ ΚΕΡΑΜΙΚΩΝ (5)

Όταν ο σχηματισμένος και στεγνωμένος πηλός ψηθεί σε υψηλές θερμοκρασίες που διαφέρουν κι εξαρτώνται ανάλογα με τα συστατικά του, τότε μεταβάλλονται οι φυσικές και χημικές του ιδιότητες. Από πορώδης κι εύθρυπτος ο ξηραμένος πηλός, μετατρέπεται σε σκληρό υλικό, αδιαπέραστο από τα υγρά. Αν βραχεί, δεν μαλακώνει πλέον.

Επιπλέον συνηθίζεται κατά το ψήσιμο του πηλού να κατασκευάζεται με διάφορες τεχνικές-μεθόδους ένα **υάλωμα** στην επιφάνεια του κεραμικού, δηλαδή ένα γυάλινο στρώμα που έχει ως σκοπό να αδιαβροχοποιεί περισσότερο τα ψημένα κεραμικά (λειτουργική αναγκαιότητα) αλλά και να τα διακοσμεί.

Τα υαλώματα μπορεί να είναι διαφανή ή αδιαφανή, έγχρωμα ή μη.

ΠΕΡΙ ΦΘΟΡΑΣ ΤΩΝ ΚΕΡΑΜΙΚΩΝ (1)

γενικά

Η διάβρωση των κεραμικών προέρχεται από ενδογενείς κι εξωγενείς παράγοντες.

Ενδογενείς παράγοντες:

• **Απότομο στέγνωμα και ατέλειες ψησίματος** όπως ψήσιμο σε χαμηλή θερμοκρασία, απότομη άνοδος της θερμοκρασίας κ.ά. Αυτού του είδους ατέλειες συνδέονται με βίαιη έξοδο του νερού από το υλικό και σχηματισμό ρωγμών εσωτερικά κι επιφανειακά.

• **Τυχόν ύπαρξη προσμίξεων ανθρακικού ασβεστίου (CaCO_3)** στο αρχικό υλικό του πηλού. Οι προσμίξεις αυτές όταν το κεραμικό υλικό, που ενδεχομένως τις περιέχει, εκτεθεί σε **όξινο περιβάλλον** (π.χ. ατμοσφαιρική ρύπανση και βροχή) αποδομούνται και συμπαρασύρουν το κεραμικό σε φθορά. Είναι το ίδιο που συμβαίνει όταν ρίξουμε λεμόνι σε αβερνίκωτο μάρμαρο που είναι ανθρακικό ασβέστιο κι ανάλογο φαινόμενο που συναντάται όταν αναμιχθεί ξύδι με σόδα.

• **Διαφορά στον τρόπο διαστολής** μεταξύ του υαλώματος και του κυρίως σώματος του κεραμικού (ή πιο επίσημα διαφορά του **συντελεστή θερμικής διαστολής** υαλώματος-σώματος). Πρόκειται ουσιαστικά για τη διαφορετική συμπεριφορά στη διαστολή των δύο τμημάτων όταν θερμανθούν με όμοιο τρόπο, η οποία προκαλεί ρωγμές, αποκολλήσεις και τελικά φθορές.

ΠΕΡΙ ΦΘΟΡΑΣ ΤΩΝ ΚΕΡΑΜΙΚΩΝ (2)

γενικά

Η διάβρωση των κεραμικών προέρχεται από ενδογενείς κι εξωγενείς παράγοντες.

Εξωγενείς παράγοντες:

•**Χρήση του αντικειμένου:** σχετίζεται με κρούσεις, τριβές, απροσεξίες κ.ά.

•**Θραύσεις από θερμικούς παράγοντες:** το απότομο στέγνωμα ή απότομο ζέσταμα μετά την κατασκευή του, επίσης συμβάλλουν στην βίαιη έξοδο του ενυπάρχοντος νερού από το κεραμικό δημιουργώντας ρωγμές. Το φαινόμενο αυτό φυσικά εξαρτάται και διαφοροποιείται αν το κεραμικό είναι ψημένο, υαλοποιημένο και υπό ποιες συνθήκες και με ποια υλικά.

•**Λέκιασμα από οργανικούς λεκέδες:** προκαλείται από οργανικά υλικά που αγγίζουν την επιφάνεια του ή αποθηκεύονται μέσα στα κεραμικά π.χ. λάδι. Είναι περισσότερο έντονο στα σημεία που έχει ρωγμές το υάλωμα ή το κεραμικό καθώς τα οργανικά διεισδύουν περισσότερο. Επίσης από εμπότισμό με διαλυτά άλατα όπως κατά την αποθήκευση αλατισμένων τροφών.

ΠΕΡΙ ΦΘΟΡΑΣ ΤΩΝ ΚΕΡΑΜΙΚΩΝ (3)

ειδικότερα

Διάβρωση από διαλυτά άλατα

Η δράση των διαλυτών αλάτων είναι καθοριστική. Τα διαλυτά άλατα που προκαλούν τη μεγαλύτερη φθορά καθώς διεισδύουν σε ρωγμές και πόρους του κεραμικού είναι κυρίως τα χλωριούχα (Cl^-) και τα θειικά (SO_4^{-2}), κι ακολούθως τα ανθρακικά (CO_3^{-2}), τα νιτρικά (NO_3^-), τα νιτρώδη (NO_2^-), των αλκαλίων (K,Na), των αλκαλικών γαιών (Ca, Mg) κ.ά.

Προέρχονται από:

- Τη **θάλασσα** που περιέχει 3,5% αλάτι (NaCl) και 0,7% περίπου θειικά. Η δράση τους φτάνει μέχρι και 15 Km μακριά από τις ακτές με την αλάτωνέφωση.
- Τα **υπόγεια νερά** όπου με την αναρρίχηση που αναλύσαμε σε προηγούμενες παρουσιάσεις φτάνουν στο περιβάλλον αποθήκευσης των κεραμικών.
- Από τους **ατμοσφαιρικούς ρύπους** που με τη βροχή μετατρέπονται σε οξέα (έχει επανειλημμένως αναλυθεί).
- Λόγω της επαφής με **δομικά υλικά ή κονιάματα** που είναι πηγές διαλυτών αλάτων.

Τα διαλυτά άλατα εισερχόμενα στους πόρους του κεραμικού και κρυσταλλούμενα ασκούν υψηλές μηχανικές τάσεις εντός των κεραμικών με αποτέλεσμα μικρής ή μεγάλης έκτασης θρυμματισμό τους.

Μοντέλο Κρυστάλλωσης διαλυτών αλάτων

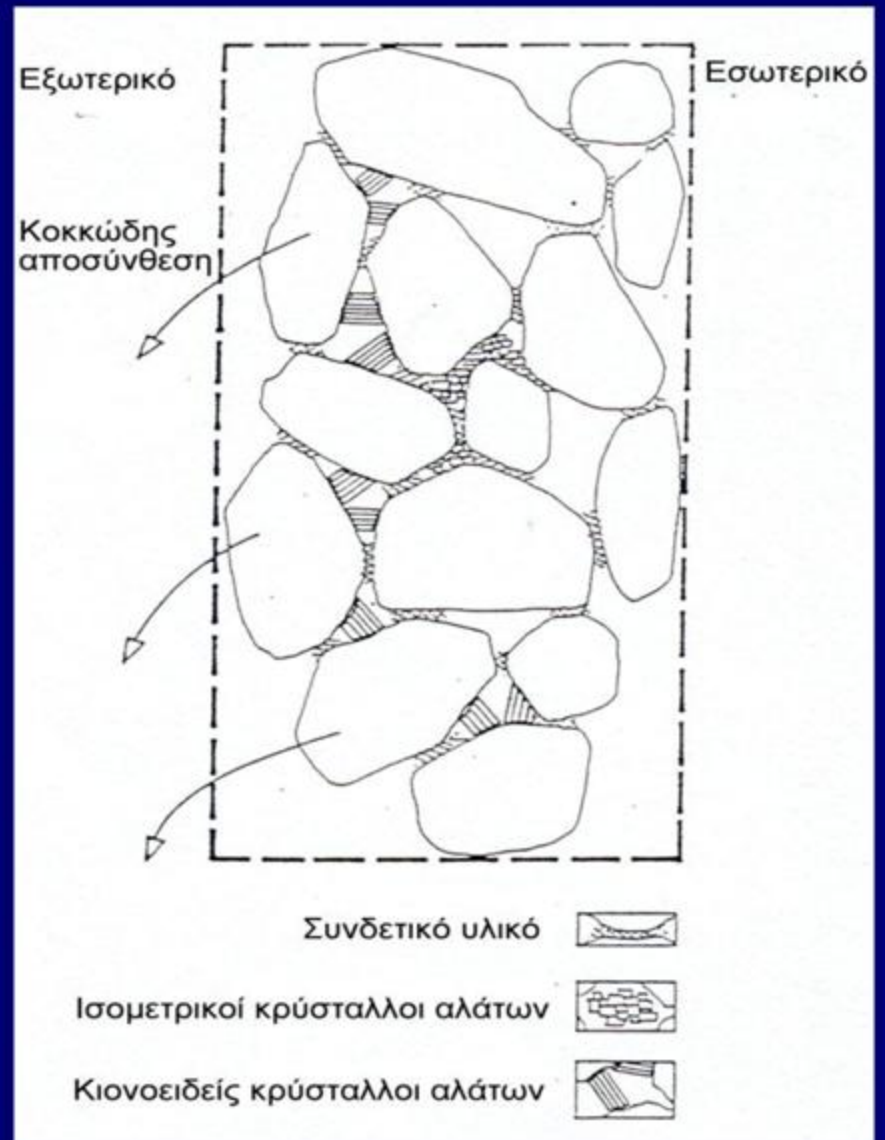
IV-B.6 ΜΟΝΤΕΛΟ ΦΘΟΡΑΣ ΛΟΓΩ ΚΡΥΣΤΑΛΛΩΣΗΣ ΑΛΑΤΩΝ

Μοντέλο διαδικασίας
φθοράς λόγω
κρυστάλλωσης αλάτων
 NaCl

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΑΙΤΙΑ-ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ
ΦΘΟΡΑΣ-ΣΧΕΣΗ ΦΘΟΡΑΣ ΚΑΙ ΠΑΘΟΛΟΓΙΑΣ, (ΜΟΡΟΠΟΥΛΟΥ,
ΜΑΘΗΜΑΤΑ OPEN COURSES, ΤΜΗΜΑ ΧΗΜΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ,
ΕΜΠ)

&

ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΕΡΓΩΝ ΤΕΧΝΗΣ (Λαμπρόπουλου, Νταλούκα κ.ά.,
ΤΟΜΕΑ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ ΤΕΧΝΩΝ, ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ
ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ)

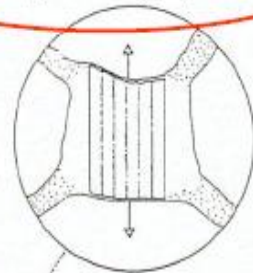


Μοντέλο Κρυστάλλωσης διαλυτών αλάτων

**Γιατί τα διαλυτά άλατα ασκούν πιέσεις
στους πόρους;**

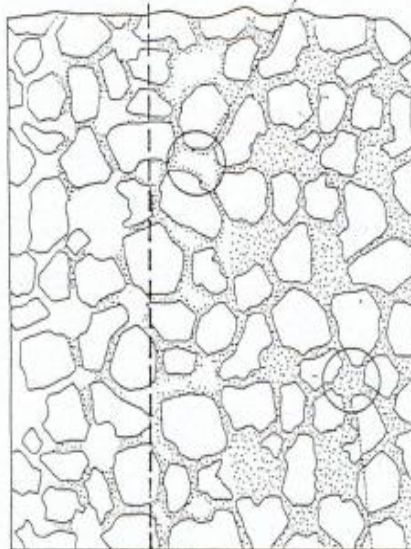
Τα διαλυτά άλατα θειικό νάτριο (Na_2SO_4),
ανθρακικό νάτριο (Na_2CO_3), θειικό
μαγνήσιο (MgSO_4), θειικό ασβέστιο
(CaSO_4) αλλάζουν τη δομή του
κρυστάλλου τους σε ορισμένες συνθήκες
υγρασίας και θερμοκρασίας. Η αλλαγή
του όγκου, αν είναι αυξητική δημιουργεί
στο εσωτερικό των πόρων της πέτρας ή
του κεραμικού, όπως φαίνεται αριστερά,
διαφόρων ειδών πιέσεις, ανάλογα με τη
μορφή που έχει η νέα κρυσταλλική τους
δομή.

Κιονοειδής ανάπτυξη κρυστάλλων



Κρίσιμο επίπεδο
υγρασίας

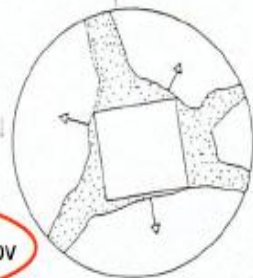
Εξωτερική
επιφάνεια



Βρόχινο
νερό

Ανερχόμενη
υγρασία

Εδαφος



Ισομετρική ανάπτυξη κρυστάλλων

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΑΙΤΙΑ-ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ ΦΘΟΡΑΣ-ΣΧΕΣΗ
ΦΘΟΡΑΣ ΚΑΙ ΠΑΘΟΛΟΓΙΑΣ, (ΜΟΡΟΠΟΥΛΟΥ, ΜΑΘΗΜΑΤΑ OPEN COURSES,
ΤΜΗΜΑ ΧΗΜΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ, ΕΜΠ)

&

ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΕΡΓΩΝ ΤΕΧΝΗΣ (Λαμπρόπουλου, Νταλούκα κ.ά., ΤΟΜΕΑ
ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ ΤΕΧΝΩΝ, ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ)

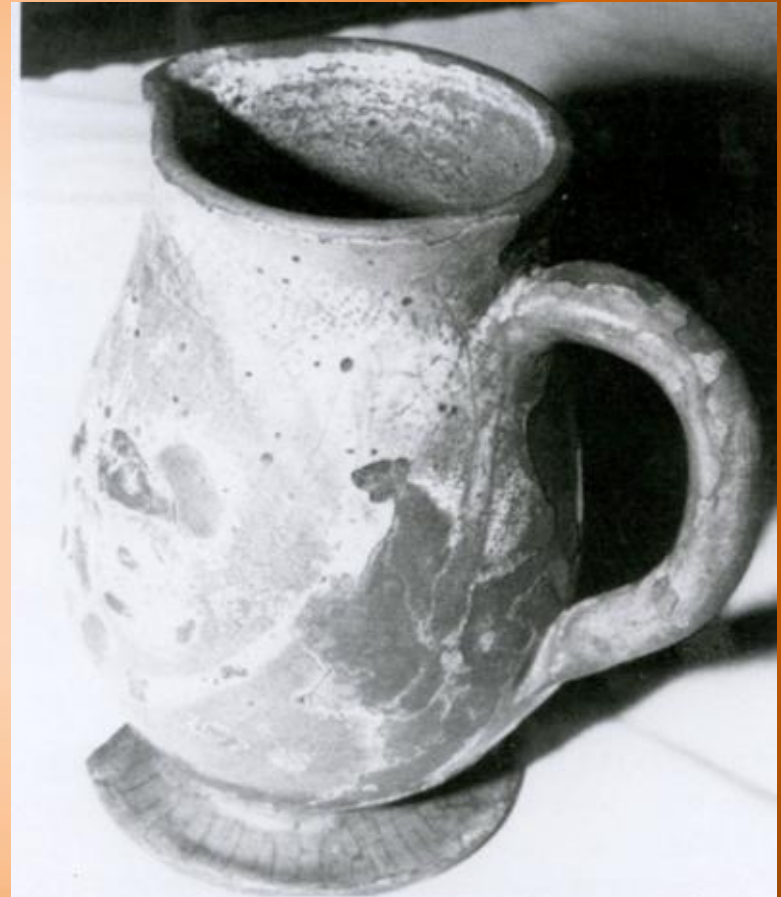
ΠΕΡΙ ΦΘΟΡΑΣ ΤΩΝ ΚΕΡΑΜΙΚΩΝ (4)

ειδικότερα

Διάβρωση από διαλυτά άλατα



Διάβρωση κεραμικού αντικειμένου από την κρυστάλλωση διαλυτών αλάτων



Διάβρωση κεραμικού αντικειμένου από την κρυστάλλωση διαλυτών αλάτων

ΠΕΡΙ ΦΘΟΡΑΣ ΤΩΝ ΚΕΡΑΜΙΚΩΝ (5)

ειδικότερα

Διάβρωση από τον παγετό

Μία απλοϊκή εξήγηση της φθοράς του κεραμικού όταν το νερό που περιέχεται στη μάζα του παγώνει, είναι η αύξηση του όγκου (μέχρι και 9%) που υφίσταται το νερό αν πέσει στους 0° C, η οποία οδηγεί σε θραύση του κεραμικού .

Βεβαίως υπάρχουν προτεινόμενοι μηχανισμοί που εμπλέκουν το πορώδες της δομής του κεραμικού, την ταχύτητα εισχώρησης, την αντοχή του κ.ά., στα οποία δεν θα αναφερθούμε καθότι είναι αρκετά περίπλοκα.

ΠΕΡΙ ΦΘΟΡΑΣ ΤΩΝ ΚΕΡΑΜΙΚΩΝ (6)

ειδικότερα

Στοιχεία της διάβρωση από βιολογικούς παράγοντες

Συχνές αιτίες φθοράς των κεραμικών είναι η δράση των μεταβολικών προϊόντων μικροοργανισμών στα κεραμικά. Μικροοργανισμοί όπως τα βακτήρια, οι λειχήνες, τα φύκη, τα βρύα, οι μύκητες κ.ά. (βλέπε στο μάθημα ΒΙΟΛΟΓΙΑ και ΑΡΧΕΣ ΒΙΟΔΙΑΒΡΩΣΗΣ). Οι παραπάνω μικροοργανισμοί λαμβάνουν τροφή, αναπνέουν, αναπαράγονται κ.ά. παράγοντας ως προϊόντα των παραπάνω λειτουργιών κάποιες ουσίες ή εκμεταλλεύονται δομές το περιβάλλοντός τους. Αναλυτικότερα:

Βακτήρια

Είναι προκαρυωτικοί οργανισμοί που γενικά αναπτύσσονται σε αλκαλικό (βασικό) περιβάλλον (pH 8-8,5). Κάποια από αυτά παράγουν ως προϊόν του μεταβολισμού τους θειικό οξύ, νιτρικό οξύ ή οργανικά οξέα. Όπως συζητήθηκε πιο πριν τα οξέα φθείρουν τα κεραμικά ειδικά αν περιλαμβάνουν ανθρακικές προσμίξεις. Άλλα βακτήρια αποσυνθέτουν οργανικές ουσίες παράγοντας αμμωνία (που λειτουργεί ως βάση) η οποία επηρεάζει τα κεραμικά.

ΠΕΡΙ ΦΘΟΡΑΣ ΤΩΝ ΚΕΡΑΜΙΚΩΝ (7)

ειδικότερα

Στοιχεία της διάβρωση από βιολογικούς παράγοντες

Μύκητες

Είναι ευκαρυωτικοί οργανισμοί που γενικά αναπτύσσονται σε όξινο περιβάλλον (pH 5-5,5). Τρέφονται με πολύ λίγο οργανικό υλικό, ευνοούνται ιδιαίτερα από την υγρασία κι αντέχουν στην έλλειψη ηλιακού φωτός. Ειδικά οι στρεπτομύκητες μπορεί υπό προϋποθέσεις να παράγουν θειικό οξύ, οξαλικό ή κιτρικό οξύ που ειπώθηκε ότι φθείρουν κυρίως τις ανθρακικές προσμίξεις των κεραμικών.

Φύκη

Αναπτύσσονται σε όξινο ή βασικό περιβάλλον (pH 3,5-9). Ευνοούνται από την υγρασία, ζέστη και φως. Προκαλούν διάλυση των ανθρακικών προσμίξεων και απομακρυνσή τους από το σώμα του κεραμικού .

Λειχήνες

Αναπτύσσονται σε ασβεστολιθικά και αργιλοπυριτικά υλικά (τα δεύτερα είναι τα κεραμικά). Παράγουν κι αυτές οξέα.

ΠΕΡΙ ΦΘΟΡΑΣ ΤΩΝ ΚΕΡΑΜΙΚΩΝ (8)

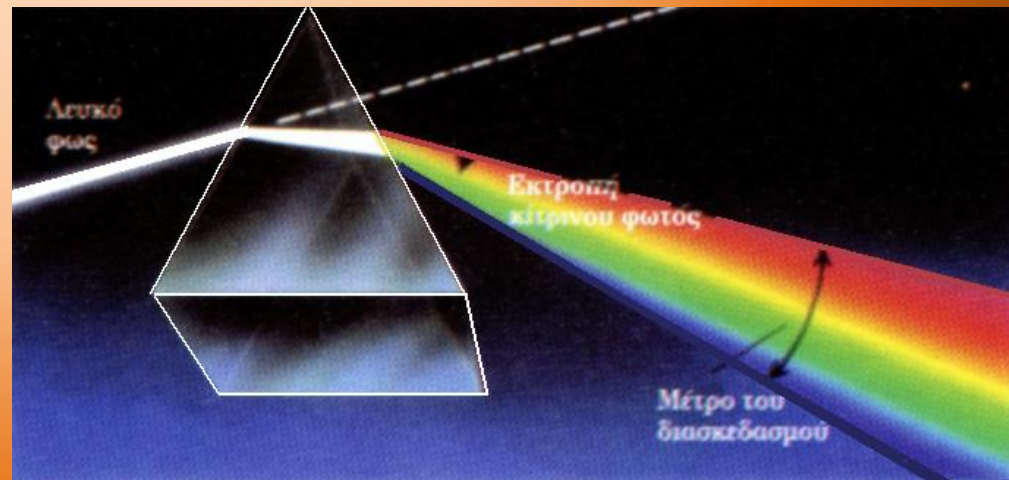
ειδικότερα

Διάβρωση στο υάλωμα

Το υάλωμα μπορεί να υποστεί διάφορες μορφές διάβρωσης. Κάποιες χαρακτηριστικές είναι

- **Η αδιαφανοποίηση:** οφείλεται σε ένα λεπτό στρώμα από αδιάλυτα άλατα όπως ανθρακικό ασβέστιο (CaCO_3), πυριτικό ασβέστιο (CaSiO_3) ή σε μηχανική φθορά.

- **Ο ιριδισμός:** είναι η ήπια εμφάνιση χρωμάτων στην επιφάνεια των κεραμικών κυρίως λόγω φαινομένου διάθλασης από τα επάλληλα στρώματα διάβρωσης μεταξύ των οποίων παρεμβάλλεται αέρας. Αυτή η σύνθετη δομή λειτουργεί ως πρίσμα (βλέπε εικόνα από **ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΦΥΣΙΚΗ**, Η.ΥOUNG, σελ. 955, εικ.34.12, ΠΑΠΑΣΩΤΗΡΙΟΥ, 1994) και δίνει αυτή την αίσθηση χρωμάτων.



ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΕΡΓΩΝ ΤΕΧΝΗΣ (Λαμπρόπουλου,
Νταλούκα κ.ά., ΤΟΜΕΑ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ ΤΕΧΝΩΝ,
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ)

&

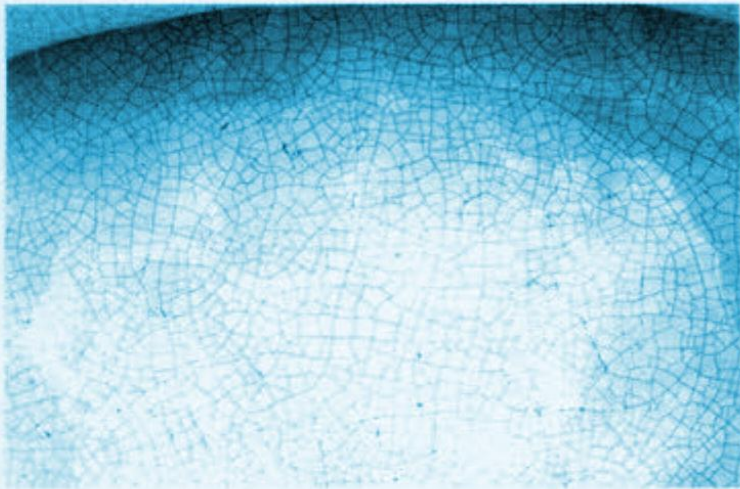
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΦΥΣΙΚΗ, Η.ΥOUNG,
ΠΑΠΑΣΩΤΗΡΙΟΥ, τ.ΙΙ 1994

ΠΕΡΙ ΦΘΟΡΑΣ ΤΩΝ ΚΕΡΑΜΙΚΩΝ (9)

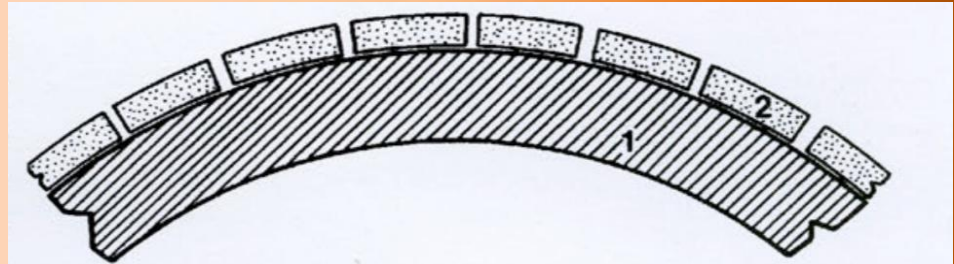
ειδικότερα

Διάβρωση στο υάλωμα

• **Το κρακελάρισμα και η αποφλοΐωση:** είναι η δημιουργία κενών στο σώμα του υαλώματος (κρακελάρισμα) και αποκόλληση-απομάκρυνση του υαλώματος από το κεραμικό υπόστρωμα. Και τα δύο προέρχονται κυρίως λόγω του διαφορετικού συντελεστή θερμικής διαστολής υαλώματος και κεραμικού υποστρώματος.

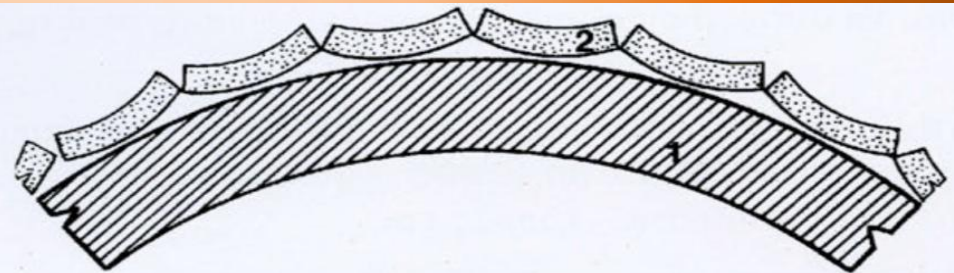


Κρακελάρισμα υαλώματος
κεραμικού αντικειμένου



1. Κεραμικό 2. Υάλωμα

Σχηματική παράσταση του κρακελαρίσματος



1. Κεραμικό 2. Υάλωμα

Σχηματική παράσταση της αποφλοΐωσης

ΠΕΡΙ ΦΘΟΡΑΣ ΤΩΝ ΚΕΡΑΜΙΚΩΝ (10)

ειδικότερα

Υπάρχουν κι άλλες μορφές φθοράς όπως οι αλλοιώσεις από προηγούμενες επεμβάσεις συντήρησης που περιλαμβάνουν τη δράση κολλών, στερεωτικών, υλικών συμπλήρωσης, βούρτισμα, χρήση διαλυτών, οξέων κ.ά.

Αυτές οι τελευταίες χρήζουν ιδιαίτερης ανάλυσης, η οποία δεν θα γίνει εδώ.