

Εφαρμογή των συνθετικών πολυμερών στη συντήρηση ιστορικών υφασμάτων

Ευρύκλεια Καραγιαννίδου

Χημικός

evrykleia21@hotmail.com

Περίληψη

Ορισμένα υφάσματα, κεντήματα και παραδοσιακές φορεσιές, δημιουργούν ένα εντυπωσιακό σύνολο σε μουσειακές και ιδιωτικές συλλογές. Η ταυτοποίηση της χημικής τους σύστασης, καθώς και οι συνθήκες κάτω από τις οποίες αυτά επηρεάζονται, παίζουν σημαντικό ρόλο στη σωστή συντήρησή τους. Γενικά, τα υφάσματα επηρεάζονται από διάφορους παράγοντες όπως είναι το φως, η ατμοσφαιρική ρύπανση, τα έντομα, ορισμένοι μικροοργανισμοί, οι οποίοι μεμονωμένα ή συνεργατικά μπορούν να προκαλέσουν σημαντική απώλεια της αντοχής τους και τελικά την ολοκληρωτική καταστροφή τους. Η ταχύτητα της αποσύνθεσης εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από το περιβάλλον, αλλά δεν πρέπει να αγνοηθεί και η φύση των ινών των υφασμάτων. Κατά τα τελευταία 50 χρόνια έχει χρησιμοποιηθεί ένας μεγάλος αριθμός συνθετικών πολυμερών ως μέσο συντήρησης των υφασμάτων που δρουν είτε ως στερεωτικές, είτε ως συγκολλητικές ύλες.

Λέξεις-κλειδιά: Συντήρηση, Υφάνσιμες Ίνες, Συνθετικά Πολυμερή.

1. Εισαγωγή

Αν θέλαμε να δώσουμε έναν ορισμό για τις ίνες, θα μπορούσαμε να πούμε ότι είναι τα εύκαμπτα εκείνα πολυμερικά υλικά που το μήκος τους είναι τουλάχιστον 100 φορές μεγαλύτερο από το πάχος τους. Από τον ορισμό αυτό, γίνεται αντιληπτή η απαραίτητη προϋπόθεση της μακρομοριακής ύλης προκειμένου να έχουμε ίνες με ικανοποιητικές μηχανικές αντοχές. Ανάλογα με την προέλευσή τους, οι ίνες διακρίνονται σε φυσικές (μαλλί, μετάξι, βαμβάκι κ.ά.) και τεχνητές (ραιγιόν βισκόζης, πολυαμίδια, πολυεστέρες, πολυακρυλονιτρίλια κ.ά.) (Πίνακας 1).

Πίνακας 1. Ταξινόμηση των κυριότερων Υφάνσιμων Ινών

| Φυσικές Ίνες | Τεχνητές ίνες |
|---|---|
| Ζωικές Μαλλί, μοχαίρ, κασμήρι, λάμα, ανγκόρα, μετάξι κ.α. | Τροποποιημένα φυσικά πολυμερή Ραιγιόν βισκόζης, οξική κυτταρίνη, αλγινικές ίνες κ.ά. |
| Φυτικές Βαμβάκι, λινό, κανάβι, γιούτα, σιζάλ κ.α. | Συνθετικά οργανικά πολυμερή Πολυαμίδια, πολυεστέρες, πολυακρυλονιτρίλια, πολυολεφίνες, πολυουρεθάνες κ.α. |

Οι ζωικές ίνες (Εικόνα 1), είναι πρωτεϊνικής φύσεως και έχουν ως βάση την κερατίνη,



ενώ το μετάξι τη φμπροΐνη. Ως μαλλί χαρακτηρίζεται το τρίχωμα του προβάτου, ενώ το τρίχωμα των άλλων ζώων χαρακτηρίζεται με άλλες ονομασίες, που συνήθως ταυτίζονται με το όνομα του ζώου από το οποίο προέρχονται. Οι φυτικές ίνες είναι κυτταρινικής φύσεως και προέρχονται από διάφορα μέρη (κορμός, φύλλα, καρποί) ορισμένων φυτών. Από τα τροποποιημένα φυσικά πολυμερή κυριότερα είναι η αναγεννημένη κυτταρίνη με το όνομα Ραιγιόν (Rayon) ή βισκόζη και η οξική κυτταρίνη. Η ραιγιόν κατάφερε να αντικαταστήσει με πολύ μμεγάλη επιτυχία τις φυσικές ίνες από τις αρχές του εικοστού αιώνα, όμως μετά το 1950, η εμφάνιση των συνθετικών ινών προκάλεσε μια αισθητή κάμψη στην παραγωγή της.

A)



B)



Γ)



Εικόνα 1. Τμήματα ίνας από βαμβάκι (α), μαλλί (β) και μετάξι (γ)

2. Συντήρηση Υφασμάτων

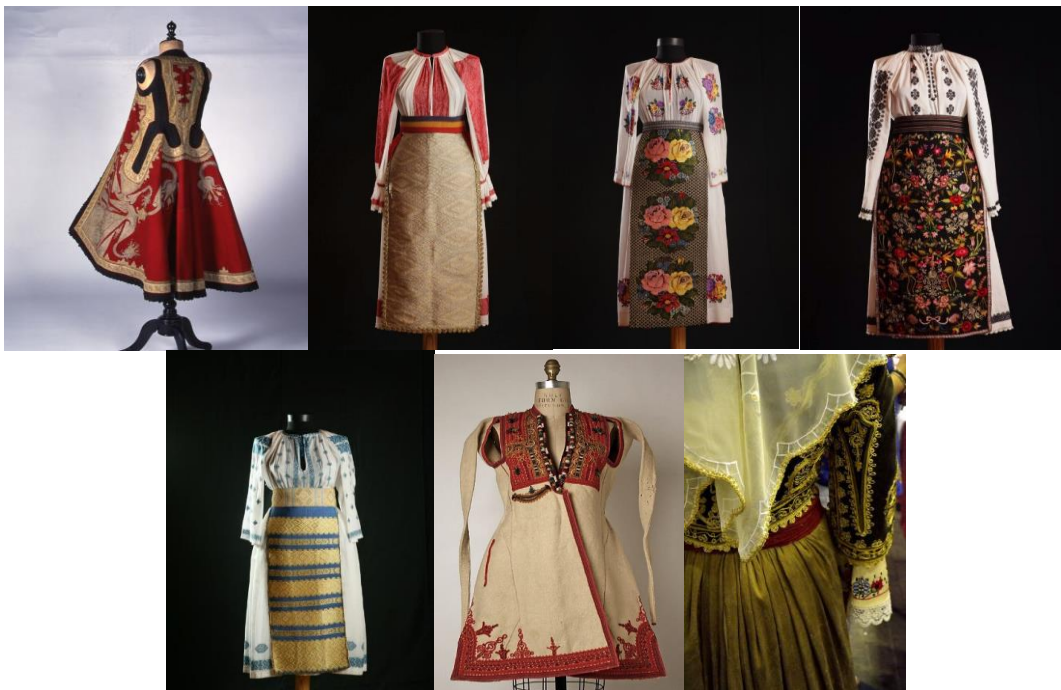
Τα υφάσματα αποτελούν μέσο έκφρασης της κουλτούρας και της προσωπικότητας των ανθρώπων, όμως όταν αυτά μετατραπούν σε έργα τέχνης, τότε επιθυμούμε να παραμείνουν αναλλοίωτα στο πέρασα του χρόνου, κάτι που δεν είναι πάντοτε εφικτό. Εκείνα που προέρχονται από ζώα και φυτά μπορούν να προσβληθούν από βακτήρια και μούχλα. Άλλα μπορούν να διαβρωθούν ή ακόμα και να καταστραφούν κατά την παρατεταμένη έκθεση στον αέρα. Οι κυριότεροι παράγοντες που προκαλούν την αποσύνθεση των υφασμάτων, όπως έχει προαναφερθεί, είναι το φως (ορατό και υπεριώδες), η θερμοκρασία, η υγρασία, οι μικροοργανισμοί, η έκθεση σε οξέα ή βάσεις κ.ά. Μερικοί από αυτούς τους παράγοντες δρουν συνεργατικά επιταχύνοντας την αποσύνθεση. Για παράδειγμα, ο συνδυασμός υψηλής θερμοκρασίας και υψηλής σχετικής υγρασίας μπορεί να προκαλέσει την ανάπτυξη μικροοργανισμών και μούχλας, οπότε μπορεί το ύφασμα να γκριζάρει. Η παρουσία μικρών ποσοτήτων μετάλλων, όπως ο χαλκός μπορεί να επιταχύνουν τη διάβρωση της ίνας με την παρουσία υπεριώδους ακτινοβολίας και υγρασίας. Επίσης, μεγάλη ζημιά μπορεί να προκαλέσουν οι μεγάλες διακυμάνσεις στη θερμοκρασία και σχετική υγρασία, καθώς όταν οι



ίνες ενός υφάσματος είναι υγροσκοπικές μπορούν πολύ εύκολα να προσροφήσουν ή να χάσουν υγρασία, αλλάζοντας τις διαστάσεις της ίνας. Αποτέλεσμα της διάβρωσης των υφασμάτων είναι το σπάσιμο των μακρομοριακών αλυσίδων της ίνας και η βαθμιαία απώλεια της ενδογενούς υγρασίας της ίνας. Έτσι, οι ίνες γίνονται πιο εύθραυστες, λιγότερο ελαστικές και ανθεκτικές. Για τον λόγο αυτό, τα περισσότερα μουσεία προσπαθούν να διατηρήσουν μια θερμοκρασία συνήθως περίπου στους 18 βαθμούς κελσίου και σχετική υγρασία στο 55%.

Το φως μπορεί να έχει δραματικές επιπτώσεις τόσο πάνω στα ίδια τα υφάσματα όσο και στις χρωστικές με τις οποίες έχουν βαφεί. Το ορατό και το υπεριώδες φως έχουν την απαιτούμενη ενέργεια για να ενεργοποιήσουν χημικές αντιδράσεις που μπορεί να οδηγήσουν στην αποσύνθεση με την παρουσία υγρασίας και οξυγόνου. Η ακτινοβολία με υπεριώδες φως επιταχύνει το ξεθώριασμα των ινών και ταυτόχρονα γίνονται ιδιαίτερα εύθραυστες. Ακόμη, η σκόνη και οι ατμοσφαιρικοί ρύποι περιέχουν υψηλό ποσοστό λεπτών κόκκων άμμου. Οι οξείες επιφάνειες της άμμου, μπορούν να τραυματίσουν τις ίνες των υφασμάτων, όταν οι ίνες συστέλλονται και διαστέλλονται κατά τις αλλαγές στη σχετική υγρασία του περιβάλλοντος. Τέλος, το διοξείδιο του θείου παράλληλα με τον αποχρωματισμό μπορεί να κάνει τις ίνες πιο εύθραυστες.

Οι συντηρητές προσπαθούν να κατανοήσουν τις αλλαγές που υφίσταται τα υφάσματα και να τα σταθεροποιήσουν ή και να τα κολλήσουν επάνω σε κάποιο σταθερό υπόστρωμα, ώστε να επιβραδύνουν τις διεργασίες της αποσύνθεσης που λαμβάνουν χώρα.



Εικόνα 2. Υφάσματα (I)

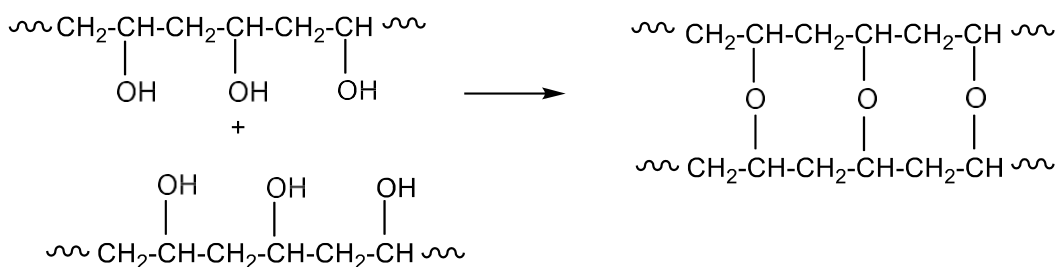


3. Στερέωση (consolidation) του υφάσματος

Ο σκοπός της στερέωσης είναι να κρατήσει ενωμένες τις διαβρωμένες (καταπονημένες) ίνες και να προσδώσει αντοχή σε νήματα και υφάσματα. Κατά τη στερέωση, μια κατάλληλη ουσία (consolidant) σε διάλυμα εισάγεται ανάμεσα στις ίνες (εμποτισμός) και μετά την απομάκρυνση του διαλύτη στερεοποιείται. Με τη διεργασία αυτή το ύφασμά γίνεται ανθεκτικότερο και εφόσον παύσει ή καταπόνησή του, βρεθεί δηλαδή ανάμεσα σε μία μουσειακή συλλογή μπορεί να παραμείνει αναλλοίωτο για πολλά - πολλά χρόνια. Πολλά στερεωτικά έχουν χρησιμοποιηθεί κατά καιρούς όπως νιτρική κυτταρίνη, φυσικές ρητίνες (καζεΐνη, κεριά μελισσών, παραφίνη), διαλύματα καουτσούκ ή και latex σε χλωροφόρμιο μαζί με νιτρική κυτταρίνη και λινέλαιο. Αιθέρες κυτταρίνης (Modocoll) έχουν εφαρμοστεί κατά τη στερέωση κυτταρινούχων ινών, ενώ διαλύματα σε αιθανόλη υδατοδιαλυτής πολυβινυλοαλκοόλης και πολυβινυλοβουτυράλης έχουν χρησιμοποιηθεί από το 1960. Η χαμηλού μοριακού βάρους πολυαιθυλενογλυκόλη (PEG), η οποία έχει χρησιμοποιηθεί για τη στερέωση παλαιών υφασμάτων, λέγεται ότι σκουραίνει τα χρώματα των υφασμάτων, είναι πολύ υγροσκοπική και ενσωματώνει σκόνη και άλλους τύπους ρύπων.

Στη βιβλιογραφία αναφέρεται η περίπτωση ενός μεταξωτού υφάσματος διαποτισμένου με PVAI ή PVB το οποίο, κάτω από τις ίδιες συνθήκες γήρανσης, παρουσίασε μεγαλύτερη υποβάθμιση ως προς τις μηχανικές ιδιότητες σε σχέση με ένα άλλο που δεν είχε υποστεί την αντίστοιχη επεξεργασία. Η ευκαμψία των επεξεργασμένων ινών συχνά μειώνεται με τη γήρανση του στερεωτικού. Η επαναδιαλυτοποίηση είναι επίσης δύσκολη έως αδύνατη.

Κατά τη γήρανση της PVAI, PVB ή του νάιλον σχηματίζονται σταυροδεσμοί (cross-links) οι οποίοι μετατρέπουν το εύκαμπτο γραμμικό πολυμερές σε ένα πολυμερικό δίκτυο με περιορισμένη ευκαμψία και διαλυτότητα (Σχήμα 1).



Σχήμα 1. Αντίδραση διασταύρωσης της PVAI.

Έτσι ένα ιδανικό στερεωτικό θα πρέπει να έχει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

- Να παρέχει αντοχή και σε ορισμένες περιπτώσεις ευκαμψία στις αλλοιωμένες και εύθρυπτες ίνες, έτσι ώστε να αντέχουν στο σχίσιμο και στη θραύση.
- Η διαδικασία της συντήρησης να είναι αντιστρέψιμη και συμβατή με το προς συντήρηση έργο τέχνης και η στερέωση να είναι χημικά σταθερή σε μεγάλες χρονικές περιόδους και φυσικά να μην προκαλεί καμιά ζημιά στο ύφασμα.
- Το στερεωτικό θα πρέπει να είναι ανθεκτικό σε περιβαλλοντικούς παράγοντες, π.χ. υπεριώδη ακτινοβολία, έντομα.
- Να μην αλλάζει το χρώμα, η υφή ή η εμφάνιση της ίνας.
- Να έχει χαμηλό ιξώδες για να διασφαλίζει την καλή διείδυση και να παρουσιάζει την ελάχιστη συρρίκνωση κατά την απώλεια του διαλύτη.



- Δεν πρέπει να διογκώνει τις ίνες.



Εικόνα 3. Ύφασμα (II)

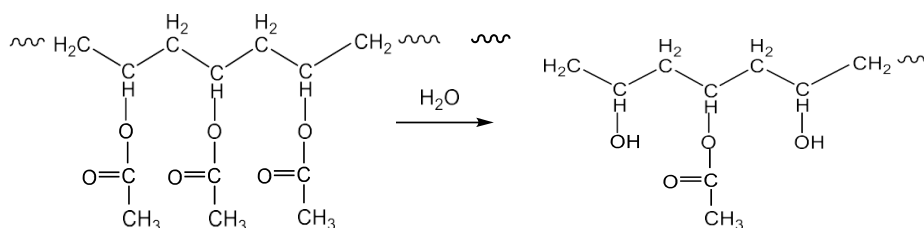
4. Συγκόλληση (adhesion) του υφάσματος

Κατά τη συντήρηση ενός υφάσματος με συγκόλληση, ένα συγκολλητικό (κόλλα) μπορεί να απλωθεί σε υγρή μορφή πάνω σε ένα πολυεστερικό υφασμάτινο υπόστρωμα και να αφεθεί για να στεγνώσει. Στη συνέχεια το έργο τέχνης απλώνεται επάνω στο υπόστρωμα αυτό και προκαλείται η συγκόλληση των δύο επιφανειών. Για το σκοπό αυτό, το συγκολλητικό θα πρέπει να μαλακώσει, έτσι ώστε να μπορεί να εξασφαλίσει την πολύ καλή πρόσφυση με την πίσω επιφάνεια του υφάσματος, πράγμα που επιτυγχάνεται με τη θέρμανση. Τα περισσότερα συγκολλητικά που έχουν εφαρμοστεί σε ιστορικά υφάσματα ήταν διαλύματα, διασπορές ή γαλακτώματα συνθετικών πολυμερών μακριάς αλυσίδας. Στη βιβλιογραφία αναφέρεται επίσης η χρήση μιγμάτων φυσικών και συνθετικών συγκολλητικών.

5. Ιδιότητες των στερεωτικών και συγκολλητικών ουσιών

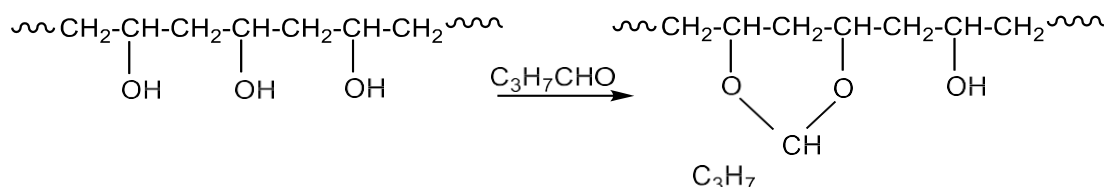
Η πλειοψηφία των στερεωτικών και συγκολλητικών υλών που χρησιμοποιούνται στη συντήρηση των υφασμάτων είναι πολυμερή. Πέρα από τις συνθήκες θέρμανσης, η κατάσταση ενός πολυμερούς (π.χ. υγρό ή στερεό) επηρεάζεται σε μεγάλο ποσοστό από το βαθμό πολυμερισμού (degree of polymerization-DP) και κατ'επέκταση από τις μηχανικές ιδιότητες. Στο Σχήμα 2, παρουσιάζονται μερικά από τα πολυμερή τα οποία χρησιμοποιούνται στη συντήρηση των υφασμάτων. Η πλειοψηφία των συνθετικών πολυμερών, που χρησιμοποιούνται ως συγκολλητικά, παράγονται με πολυμερισμό από μονομερή που περιέχουν διπλούς δεσμούς άνθρακα-άνθρακα (ακόρεστες ενώσεις). Οι ενώσεις αυτές συχνά έχουν βινυλο-ομάδες ($\text{CH}_2=\text{CH}-$), όπως το αιθένιο ($\text{CH}_2=\text{CH}_2$), προπένιο ($\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_3$), οξικό βινυλεστέρα ($\text{CH}_2=\text{CHCOOCH}_3$) και ακρυλικό οξύ ($\text{CH}_2=\text{CHCOOH}$).

Η πολυβινυλαλκοόλη η οποία συναντάται στο εμπόριο με τα ονόματα Mowiol (Hoechst), Rhodoniol (Rhone Poulenc), δεν μπορεί να παρασκευαστεί με πολυμερισμό των μονομερών, γιατί η βινυλαλκοόλη είναι ένα πολύ ασταθές ενδιάμεσο προϊόν, το οποίο συναντάται σε μερικές χημικές αντιδράσεις αλλά όχι με τη μορφή μονομερούς. Έτσι παράγεται από πολυ (οξικό βινυλεστέρα) (PVAc) με πλήρη ή μερική υδρόλυση κάτω από όξινες ή βασικές συνθήκες (Σχήμα 2).



Σχήμα 2. Σύνθεση της πολυβινυλοαλκοόλης (PVAI) με μερική υδρόλυση του πολυ(οξικού βινυλεστέρα) (PVAc)

Τα προϊόντα της αλκαλικής υδρόλυσης έχουν την τάση να είναι κίτρινα και αυτά της όξινης υδρόλυσης είναι κυρίως άχρωμα. Η πολυβινυλοβουτυράλη (PVB) παρασκευάζεται με αντίδραση της πολυβινυλοαλκοόλης με βουτυροαλδεύδη και συναντάται στο εμπόριο με τα ονόματα Mowithal (Hoechst) και Rhovinal (Rhone Poulenc) (Σχήμα 3).



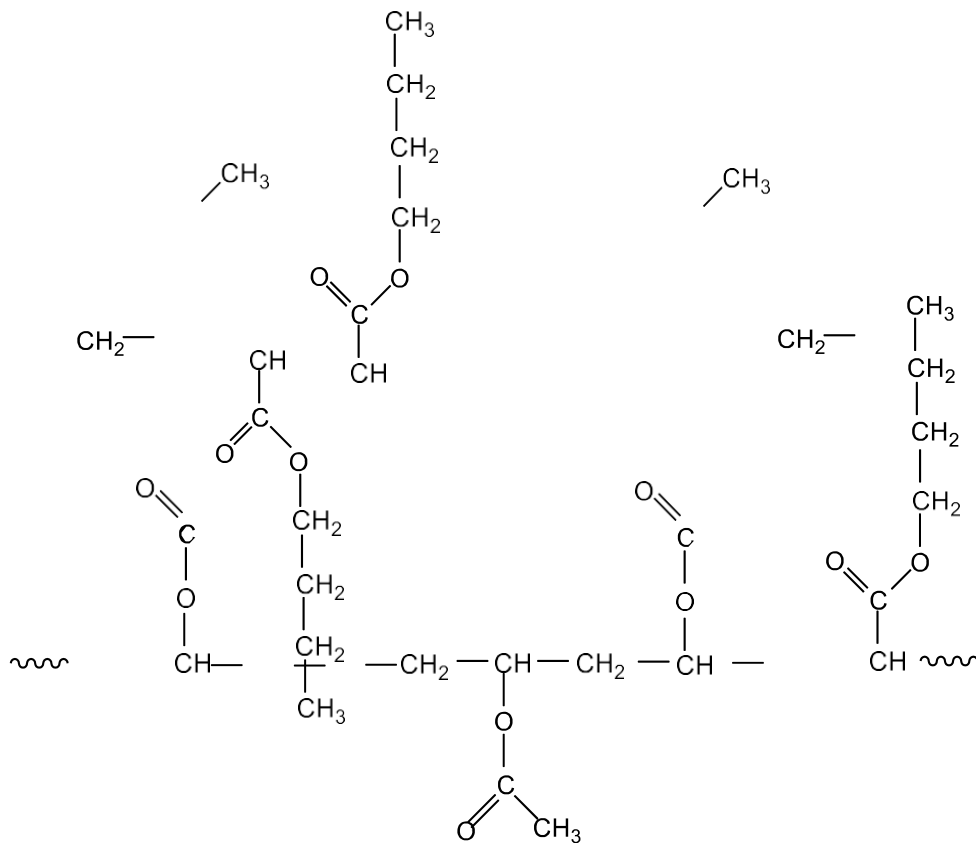
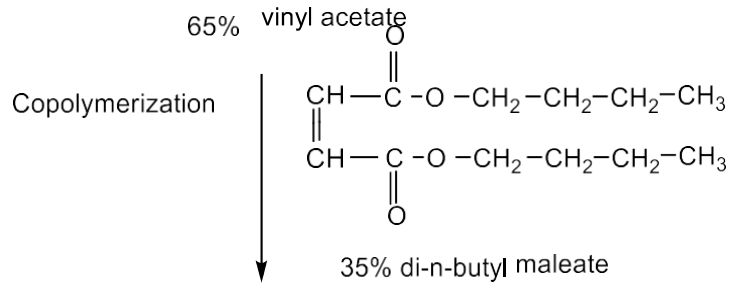
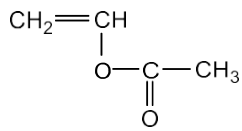
Σχήμα 3. Σύνθεση της πολυβινυλοβουτυράλης (PVB) από την πολυβινυλοαλκοόλη με αντίδραση με βουτυροαλδεύδη

Η πολυαιθυλενογλυκόλη (PEG) χρησιμοποιείται στη στερέωση αρχαιολογικών υφασμάτων και παράγεται με αντίδραση πολυσυμπύκνωσης από μονομερή αιθυλενογλυκόλης. Η πολυαιθυλενογλυκόλη (PEG) χρησιμοποιείται στη στερέωση αρχαιολογικών υφασμάτων και παράγεται με αντίδραση πολυσυμπύκνωσης από μονομερή αιθυλενογλυκόλης. Στο Σχήμα 4 φαίνεται η σύνθεση του Mowilith DMC2 με το συμπολυμερισμό 65% οξικού βινυλεστέρα και 35% μηλεϊνικού δι-η-βουτυλεστέρα.

Πίνακας 2. Εμπορικές ονομασίες πολυμρών που χρησιμοποιούνται στη συντήρηση τεινωφασμάτων

| Πολυμερές | Μονομερές |
|----------------------------------|--|
| Lascaux 360HV (Lascaux) | >50% butyl methacrylate, other acrylates |
| Lascaux 498HV (Lascaux) | 56% butyl methacrylate, other acrylates |
| Mowilith DMC2 (Hoechst) | 65% vinyl acetate, 35% di-n-butyl maleate |
| Mowilith DMC5 (Hoechst) | 65% vinyl acetate, 35% butyl acrylate |
| Paraloid B72 (Rohm and Haas) | 70% ethyl methacrylate 30% methyl acrylate |
| Paraloid F10 (Rohm and Haas) | n-butyl methacrylate |
| Plectol B500 (Rohm GmbH) | Approx. 60% ethyl acrylate Approx. 40% methyl methacrylate ?% ethyl methacrylate |
| Primal AC-33 (Rohm and Haas) | Approx. 60% ethyl acrylate Approx. 40% methyl methacrylate ?% ethyl methacrylate |
| Texicryl 13-002 (Vinyl Products) | Approx. 35% methyl methacrylate Approx. 65% ethyl acrylate ?% ethyl methacrylate |
| Vinamul 3252 (Vinyl Products) | 50% ethylene/50% vinyl acetate |
| Vinamul 325 (Vinyl Products) | 45% ethylene/55% vinyl acetate |







Σχήμα 4. Σύνθεση του Mowilith DMC2 με το συμπολυμερισμό 65% οξικού βινυλεστέρα και 35% μηλαινικού δι-
n-βουτυλεστέρα

Βιβλιογραφικές αναφορές

- Agnes - Timar, B., & Dinab, E. (1998). *Chemical Principles of Textile Conservation*. Butterworth-Heinemann: Elsevier.
- Ballard, M. (1987). The removal of crosslinked synthetic latex from carpets. In *Preprints of the 8th Triennial Meeting of the ICOM Committee for Conservation* (pp. 331-338). Sydney.
- Beecher, E. R. (1967). The conservation of textiles. In *The Conservation of Cultural Property* (pp. 251-257). ICCROM, UNESCO.
- Geijer, X. (1961). Dangerous methods for the Conservation of textiles. In *Recent advances in Conservation, contributions to the IIC Rome Conference* (pp. 1-7). Rome.
- Horie, W. (1987). *Materials for Conservation, Organic Consolidants, Adhesives and Coatings*. Butterworth - Heinemann.
- Hutchins, J. K., Hersch, S. P., Tucker, P. A., McElwain, & Kerr S. (1981). Reinforcing degraded textiles. Some new approaches to the application of consolidants. In J. Williams (Ed.), *Preservation of Paper and Textiles of Historic and Artistic Value II, Advances in Chemistry Series 193* (pp. 315-332). American Chemical Society.
- Keyserlingk, M. (1990). The use of adhesives in textile conservation. In *Preprints of the 9th Triennial Meeting of the ICOM Committee for Conservation* (pp. 307-312). Dresden.
- Landi, S. (1984). Textile conservation in the Victoria and Albert Museum. In *Preprints of the 4th Triennial Meeting of the ICOM Committee for Conservation*. Venice.
- Leene, J. E. (1963). Restoration and preservation of ancient textiles and natural science. In *Recent advances in Conservation, contributions to the IIC Rome Conference* (pp. 190-191). Rome.
- Lehman Von, D. (1964). Conservation of textiles at the West Berlin State Museums. *Studies in Conservation*, 9, 9-22.
- Lodewijks, J. (1965). The use of synthetic material for the conservation and restoration of ancient textiles. In *Delft Conference on the Conservation of Textiles, Collected Preprints (2nd ed.)* (pp. 79-88). London: International Institute for Conservation.
- Masschelein – Kleiner, L. (1980). Conservation of very brittle textiles, Conservazione e Restauro dei Tessili (Conservation and Restoration of Textiles). In F. Pertegato (Ed.), *Proceedings of the International Conference, Convegno Internazionale, CISST- Lombardy Section* (pp. 245-250). Milan.
- Masschelein - Kleiner, L., & Bergiers, F. (1984). Influence of adhesives on the conservation of textiles. In N. S. Bromelle, E. M. Pye, P. Smith & G. Thomson (Eds.), *Preprints of the Contributions to the Paris Congress* (pp. 70-73). Paris
- Rice, J. W. (1970). Adhesives for textile conservation. Principles of textile conservation science, *Textile Museum J.*, 2, 34-36.
- Segal, E., & Vouri, J. (1984). The treatment of archaeological textiles. In *Abstracts IIC-CG, Proceedings of the 10th Annual Conference*. Peterborough.

