

ΑΣΚΗΣΗ 8: ΜΟΡΦΟΠΟΙΗΣΗ ΠΟΛΥΜΕΡΩΝ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Εφαρμόζονται διάφορες μέθοδοι για την μορφοποίηση των πολυμερών υλικών .Η τεχνική που χρησιμοποιείται εξαρτάται από τους παρακάτω παράγοντες :

1. είδος πολυμερούς δηλ. θερμοπλαστικό ή θερμοσκληρυνόμενο
2. ροολογικές ιδιότητες πολυμερούς δηλ. ιξώδες και μεταβολή του συναρτήσει της θερμοκρασίας.
3. θερμοκρασία τήξεως πλαστικού
4. χημική σταθερότητα σε υψηλές θερμοκρασίες
5. μέγεθος και σχήμα αντικειμένου

Η μορφοποίηση των θερμοπλαστικών υλικών πραγματοποιείται σε θερμοκρασία μεγαλύτερη της θερμοκρασίας ναλώδους μετάπτωσης , εάν είναι άμορφα , ή μεγαλύτερη της θερμοκρασίας τήξης , εάν είναι ημικρυσταλλικά .Το προς μορφοποίηση πολυμερές είναι σε μορφή κόκκων . Ένα σημαντικό πλεονέκτημα από τη χρήση θερμοπλαστικών υλικών είναι ότι αυτά μπορούν να ανακυκλωθούν . Αχρηστα θερμοπλαστικά υλικά μπορούν να ξανατηχθούν και να ξαναμορφοποιηθούν .

Η μορφοποίηση των θερμοσκληρυνόμενων υλικών πραγματοποιείται σε μήτρες ,που έχουν το επιθυμητό σχήμα , με σύγχρονη χημική αντίδραση μεταξύ ενός γραμμικού πολυμερούς μικρού μοριακού βάρους (προπολυμερές) και ενός σκληρυντή .Κατά την αντίδραση δημιουργούνται οι σταυροειδείς δεσμοί που συνδέουν τα μόρια του πολυμερούς και προκύπτει δομή τρισδιάστατου πλέγματος .

Οι κύριες μέθοδοι μορφοποίησης θερμοπλαστικών υλικών είναι :

- εκβολή (extrusion)
- χύτευση με έγχυση (injection moulding)
- μορφοποίηση με εμφύσηση (blow forming)

- θερμομόρφωση (thermoforming)
- κυλίνδρωση (calendering)
- ινοποίηση (fiber manufacturing ή spinning)

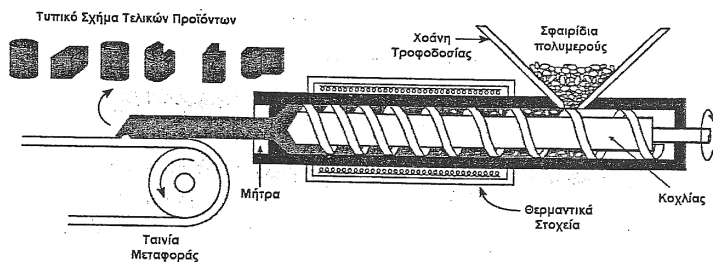
Οι κύριες μέθοδοι μορφοποίησης θερμοσκληρυνόμενων και ελαστομερών υλικών είναι :

- χύτευση με συμπίεση (compression moulding)
- χύτευση μεταφοράς (transfer moulding)
- χύτευση με έγχυση (injection moulding)

1) ΕΚΒΟΛΗ

Εκβολή είναι η μορφοποίηση ενός πολυμερούς σε ένα προϊόν που έχει συνεχή μορφή ορισμένης διατομής , όπως σωλήνες , ράβδοι , φύλλα . Το μηχάνημα που γίνεται η κατεργασία ονομάζεται εκβολέας .

Κατά τη διαδικασία της εκβολής οι κόκκοι του θερμοπλαστικού υλικού τροφοδοτούνται σε ένα θερμαινόμενο οριζόντιο κύλινδρο , προωθούνται με τη βοήθεια περιστρεφόμενου κοχλίου και τήκονται . Η εκβολή λαμβάνει χώρα όταν η τηγμένη μάζα του πλαστικού ωθείται από τον περιστρεφόμενο κοχλία μέσω ενός ανοίγματος που αποτελεί τη μήτρα . Η στερεοποίηση του συνεχούς υλικού που εκβάλλει επισπεύδεται με φυσήτρες αέρα ή σύστημα ψυκτικού νερού πριν περάσει πάνω στην μεταφορική ταινία. Η εκβολή χρησιμοποιείται επίσης για την επικάλυψη συρμάτων και καλωδίων είτε με θερμοπλαστικά υλικά είτε με ελαστομερή .



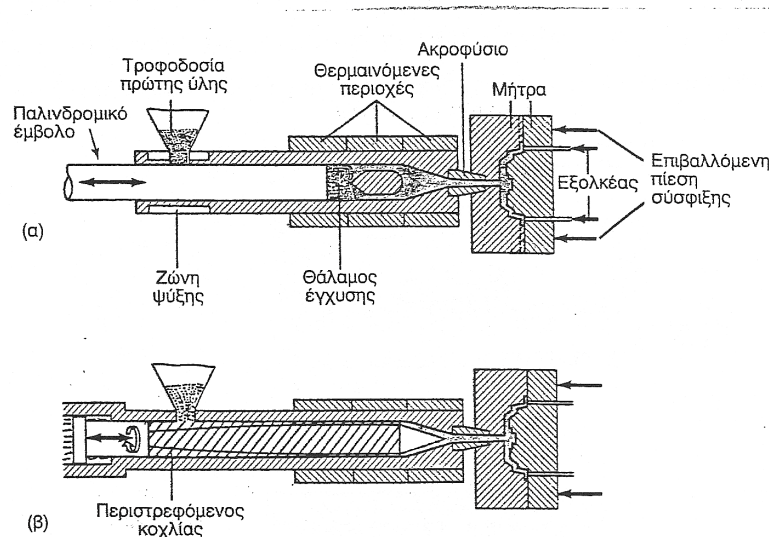
ΣΧΗΜΑ 1.25. Σχηματική παράσταση της εκβολής.

2) ΜΟΡΦΟΠΟΙΗΣΗ ΜΕ ΕΓΧΥΣΗ

Η μορφοποίηση με έγχυση είναι η πιο συνηθισμένη μέθοδος μορφοποίησης θερμοπλαστικών υλικών . Το πολυμερές σε μορφή κόκκων πέφτει από χοάνη τροφοδοσίας στον θερμαινόμενο οριζόντιο κύλινδρο έγχυσης πάνω στην επιφάνεια ενός περιστρεφόμενου κοχλία που προωθεί τους κόκκους του πολυμερούς προς τη μήτρα . Η περιστροφή του κοχλία ωθεί τους κόκκους προς τα θερμαινόμενα τοιχώματα του κυλίνδρου , όπου τήκονται . Όταν έχει τηχθεί ικανοποιητική ποσότητα πολυμερούς στο μπροστινό μέρος του κοχλία , ο κοχλίας σταματά την περιστροφή του και με μια εμβολική κίνηση ψεκάζει μια ποσότητα τηγμένου πλαστικού μέσω ενός στομιού στην κοιλότητα μιας κλειστής μήτρας . Ο άξονας του κοχλία διατηρεί την πίεση στο πλαστικό υλικό που τροφοδοτήθηκε στη μήτρα μέχρις ότου αυτό στερεοποιηθεί . Τελικά ανοίγεται η μήτρα , εξάγεται το αντικείμενο , κλείνεται η μήτρα και η διαδικασία επαναλαμβάνεται .

Το κυριότερο χαρακτηριστικό αυτής της μεθόδου είναι η ταχύτητα παραγωγής .

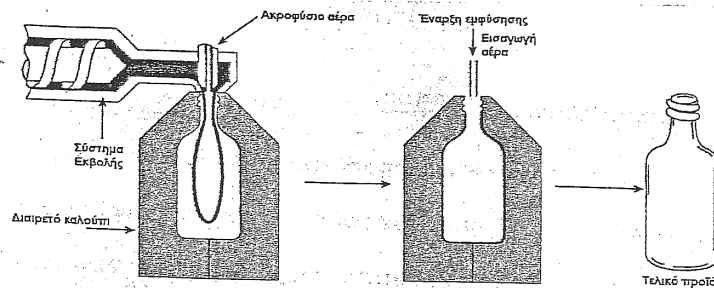
Η μορφοποίηση με έγχυση μπορεί να εφαρμοστεί και στα θερμοσκληρυνόμενα υλικά . Η αντίδραση δημιουργίας σταυροειδών δεσμών γίνεται καθώς το υλικό είναι υπό πίεση σε θερμαινόμενη μήτρα και η διάρκεια ενός κύκλου της διαδικασίας είναι μεγαλύτερη από ότι στα θερμοπλαστικά υλικά .



ΣΧΗΜΑ 1.29. (α) Έγχυση με χρήση παλινδρομικού εμβόλου. (β) Έγχυση με χρήση περιστρεφόμενου κοχλία.

3) ΜΟΡΦΟΠΟΙΗΣΗ ΜΕ ΕΜΦΥΣΗΣΗ

Με τη μέθοδο αυτή τεμάχιο πολυμερούς σε σχήμα σωλήνα τοποθετείται θερμό σε διαιρετή μήτρα και, με τη βοήθεια θερμού πεπιεσμένου αέρα, διογκώνεται μέχρι να έρθει σε επαφή με τα κρύα τοιχώματα της μήτρας, στερεοποιείται και παίρνει το σχήμα της. Με τον τρόπο αυτό κατασκευάζονται πλαστικές φιάλες και άλλα προϊόντα με κοιλότητες.

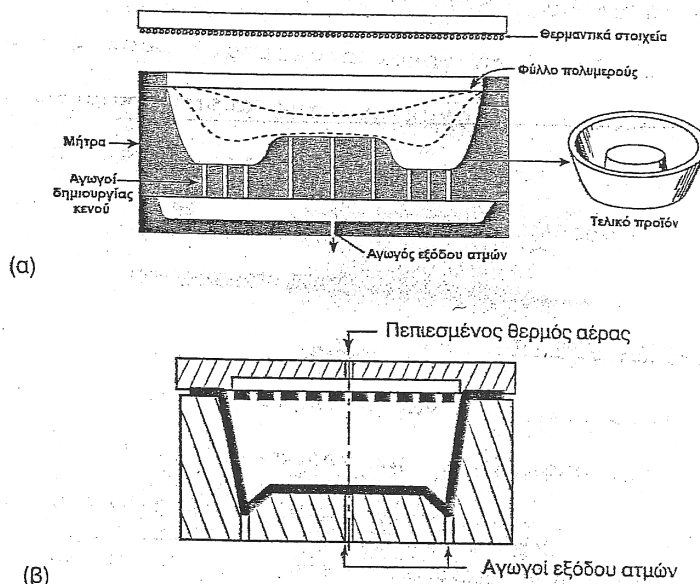


ΣΧΗΜΑ 1.31. Σχηματική αναπαράσταση της μορφοποίησης με εμφύσηση μετά από εκβολή.

4) ΘΕΡΜΟΜΟΡΦΩΣΗ

Θερμομόρφωση είναι η τεχνική όπου ένα φύλλο πολυμερούς σχηματοποιείται με θέρμανση και πίεση.

Η γενική διαδικασία περιλαμβάνει τη συγκράτηση του πολυμερούς στη μήτρα, με τη βοήθεια δακτυλίου σύσφιξης, και εν συνεχεία θέρμανσή του πάνω από τη θερμοκρασία υαλώδους μετάπτωσης. Το πολυμερές ωθείται προς τα τοιχώματα της μήτρας με εφαρμογή κενού, με διοχέτευση πεπιεσμένου αέρα ή με μηχανική πίεση με μήτρα τύπου «αρσενικού»-«θυλυκού».



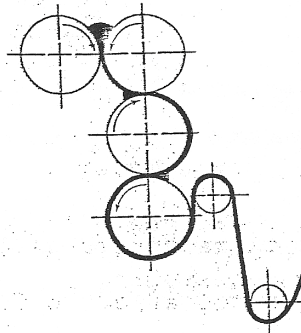
ΣΧΗΜΑ 1.32. Θερμομόρφωση θερμοπλαστικών υπό κενό (α) και υπό πίεση (β).

5) ΚΥΛΙΝΔΡΩΣΗ

Η κυλίνδρωση είναι μια διαδικασία μορφοποίησης κατάλληλη για την παραγωγή φύλλων και φιλμς από πολυμερή και ακόμα για την επίστρωση χαρτιού, υφάσματος κ.α. με πολυμερή.

Το πολυμερές με τη μορφή τήγματος περνά από μία σειρά θερμαινόμενων κυλίνδρων και εξέρχεται με τη μορφή ρολλού.

Είναι δυνατόν να εκτυπώνονται παραστάσεις χρησιμοποιώντας κυλίνδρους ανάγλυφους.



(α)

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΥΛΙΝΔΡΩΣΗΣ	3 Κυλίνδρων					
	4 Κυλίνδρων					
	5 Κυλίνδρων					

(β)

ΣΧΗΜΑ 1.34. (α) Σύστημα κυλίνδρων μορφοποίησης πολυμερούς. (β) Διατάξεις 3, 4 και 5 κυλίνδρων μορφοποίησης πολυμερούς.

6) ΙΝΟΠΟΙΗΣΗ

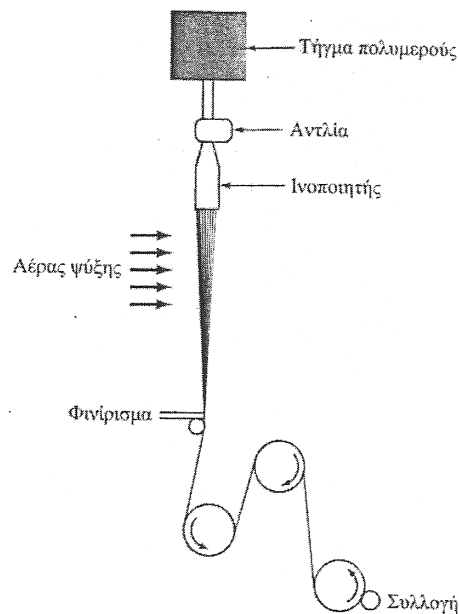
Η διαδικασία παραγωγής ινών από μια μάζα πολυμερούς ονομάζεται ινοποίηση . Οι σημαντικότερες μέθοδοι ινοποίησης είναι η ινοποίηση τήγματος και η ινοποίηση από διάλυμα .

Ινοποίηση τήγματος .

Είναι η κυριότερη μέθοδος ινοποίησης . Το προς ινοποίηση πολυμερές θερμαίνεται μέχρι να τηχθεί και κατόπιν εξαναγκάζεται να διέλθει μέσω των οπών ενός δίσκου . Καθώς το τηγμένο πολυμερές διέρχεται από κάθε μια από τις οπές αυτές διαμορφώνεται μια απλή ίνα , η οποία στερεοποιείται σχεδόν αμέσως με την έξοδό της στον αέρα .

Η τεχνική αυτή εφαρμόζεται κυρίως για ινοποίηση πολυμερών που είναι σταθερά σε θερμοκρασία τουλάχιστον κατά 30°C υψηλότερη από τη θερμοκρασία τήξης τους , όπως είναι οι πολυεστέρες , τα πολυαμίδια (nylons) και οι πολυολεφίνες .

Οι ίνες μετά την διαμόρφωσή τους τυλίγονται σε καρούλια . Για μερικά πολυμερή η περιτύλιξη γίνεται υπό τάση , κατά τρόπο ώστε οι αλυσίδες να προσανατολίζονται κατά μήκος του άξονα της ίνας , με αποτέλεσμα την αύξηση της μηχανικής τους αντοχής .

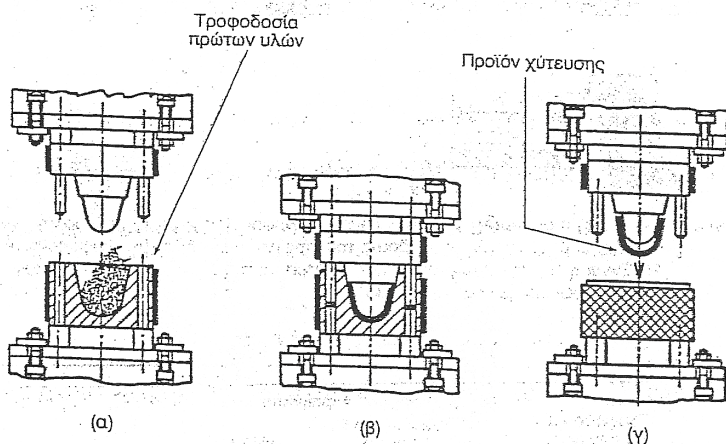


Σχήμα 17.33 Σχηματική παράσταση ινοποίησης τήγματος. Το πολυμερές τήκεται και κατόπιν εξαναγκάζεται με πίεση να διέλθει μέσω των μικρών οπών ενός δίσκου. Μετά την έξοδό τους από τις οπές οι ίνες ψύχονται σε ρεύμα αέρα, ενώ συγχρόνως εφελκούνται. Κατόπιν υποβάλλονται σε φινίρισμα και μαζεύονται σε καρούλι

7) ΧΥΤΕΥΣΗ ΜΕ ΣΥΜΠΙΕΣΗ

Αυτή η μέθοδος χρησιμοποιείται κυρίως για θερμοσκληρυνόμενα πολυμερή .Το στερεό υλικό , μείγμα ρητίνης και σκληρυντή , τοποθετείται σε θερμαινόμενη διαιρετή μήτρα , όπου με εφαρμογή υψηλής πίεσης προκαλείται τήξη και πλήρωση του καλουπιού με ταυτόχρονο πολυμερισμό και σκλήρυνση του υλικού .Ο χρόνος πήξης κυμαίνεται από 10 sec έως 10 min , ανάλογα με το μέγεθος του τεμαχίου . Οι ασκούμενες πιέσεις (έως 70 MPa) είναι μικρότερες αυτών που αναπτύσσονται κατά τη χύτευση με έκχυση .

Η μέθοδος αυτή , αν και αποτελεί κύρια μέθοδο μορφοποίησης θερμοσκληρυνόμενων πολυμερών , μπορεί να χρησιμοποιηθεί και στη περίπτωση θερμοπλαστικών , όπως ABS , PMMA , PS κ.α.



ΣΧΗΜΑ 1.36. Σχηματική παράσταση της διαδικασίας χύτευσης με συμπίεση: (α) Τοποθέτηση της πρώτης ύλης. (β) Συμπίεση με ταυτόχρονη θέρμανση. (γ) Λήψη τελικού προϊόντος.

8) ΧΥΤΕΥΣΗ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ

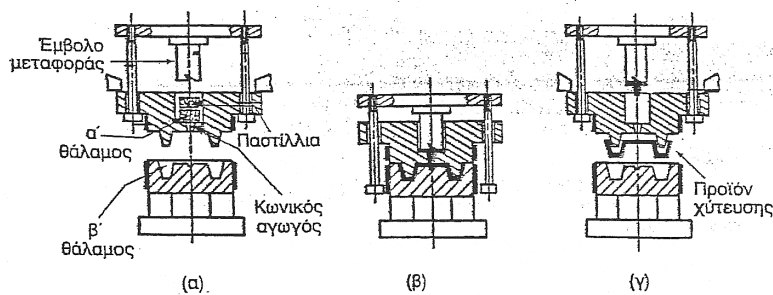
Η μορφοποίηση με χύτευση μεταφοράς πραγματοποιείται σε διπλό θάλαμο .

Στον πρώτο θάλαμο , τα δύο συστατικά του πολυμερούς (ρητίνη και σκληρυντής) θερμαίνονται υπό πίεση και τήκονται .

Το τήγμα ψεκάζεται στον δεύτερο θάλαμο , όπου γίνεται και ο πολυμερισμός . Η έγχυση γίνεται μέσω θερμαινόμενου κωνικού αγωγού , έτσι ώστε να εξασφαλίζεται η κατάλληλη μείωση του ιξώδους του τήγματος και να δύναται αυτό να πληρώνει επακριβώς τη μήτρα .

Η μέθοδος αυτή συνεπώς , αποτελεί συνδυασμό των μεθόδων χύτευσης με συμπίεση και χύτευσης με έγχυση , αλλά οι πιέσεις που αναπτύσσονται εδώ είναι πολύ μεγαλύτερες , της τάξης των 300 MPa

Η μέθοδος ενδείκνυται για την κατασκευή εξαρτημάτων πολύπλοκης γεωμετρίας . Και αυτή η μέθοδος χρησιμοποιείται για την μορφοποίηση ορισμένων θερμοπλαστικών πολυμερών .



ΣΧΗΜΑ 1.37. Σχηματική παράσταση μορφοποίησης με χύτευση μεταφοράς: (α) Τροφοδότηση της πρώτης ύλης στον πρώτο θάλαμο. (β) Τήξη της πρώτης ύλης στον πρώτο θάλαμο και ψεκασμός του τήγματος στο δεύτερο θάλαμο, όπου και πολυμερίζεται. (γ) Παραλαβή προϊόντος.