



ΚΕΦΑΛΑΙΟ

10

ΧΥΤΕΥΣΗ

10.1 Γενικά

10.2 Μοντέλα - ορολογία χύτευσης

10.3 Μέθοδοι χύτευσης

10.4 Προβλήματα κατά τη χύτευση

10.5 Χύτευση σε καλούπια μιας χρήσης

10.6 Χύτευση με καλούπια πολλαπλών χρήσεων

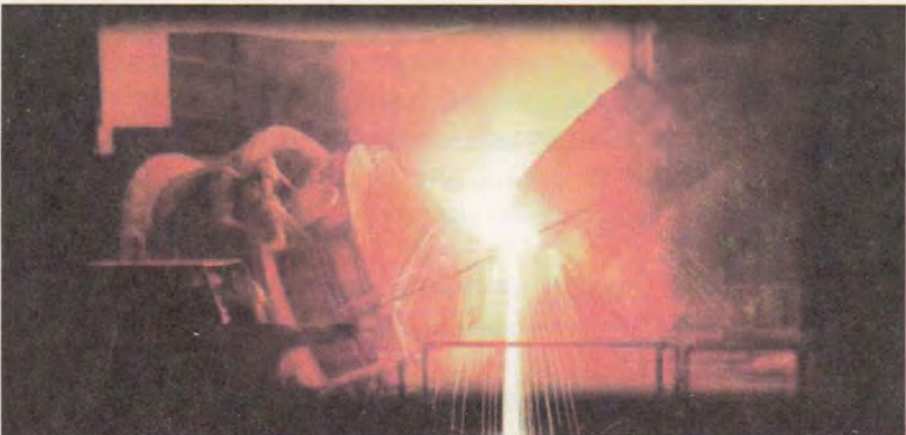


Επιδιωκόμενοι στόχοι :

- ☒ Να γνωρίζετε τις μεθόδους χύτευσης των υλικών, τις εφαρμογές και τις δυνατότητες τους.
- ☒ Να γνωρίζετε πως φτιάχνεται ένα καλούπι και τα μέρη από τα οποία αποτελείται.
- ☒ Να γνωρίζετε πως επιλέγεται η κατάλληλη μέθοδος χύτευσης που πρέπει να χρησιμοποιηθεί κατά περίπτωση.

10.1 ΓΕΝΙΚΑ

Η χύτευση είναι μία από τις πιο παλιές μεθόδους διαμόρφωσης που ανακάλυψε ο άνθρωπος. Στη χύτευση, λιωμένο μέταλλο χύνεται σε ένα καλούπι (βλέπε [σχήμα 10.1](#)), το οποίο συνήθως είναι φτιαγμένο από άμμο ή από μέταλλο και έχει κοιλότητα ενός συγκεκριμένου σχήματος. Το υλικό στη συνέχεια ψύχεται, το καλούπι αφαιρείται και έτσι δημιουργείται το χυτό προϊόν. Η χύτευση πρωτοεμφανίστηκε γύρω στο 3,500 π.Χ. στη Μεσοποταμία και χρησιμοποιήθηκε για παραγωγή χάλκινων εξαρτημάτων, κυρίως επίπεδων, με καλούπια από πέτρα ή ψημένο πηλό. Γύρω στο 2,000 π.Χ. η χύτευση εξελίχθηκε περισσότερο. Για πρώτη φορά χρησιμοποιήθηκαν πυρήνες από ψημένο πηλό (αντίστοιχες με τις σημερινές "καρδιές"), για να φτιάχνονται εσωτερικές κοιλότητες μέσα στα χυτά.



Σχήμα 10.1 : Χύτευση

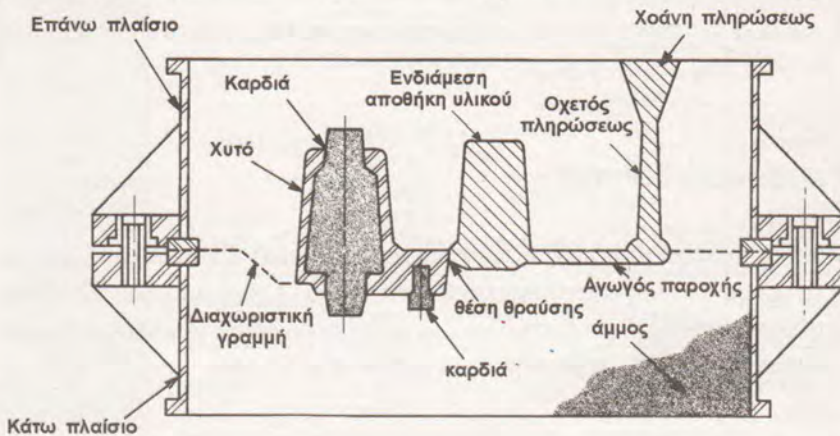
Η τεχνολογία της χύτευσης εξελίχθηκε στη συνέχεια από τους Κινέζους γύρω στο 1,500 π.Χ.. Οι Κινέζοι, παρά το ότι δεν είχαν χρησιμοποιήσει μέχρι τότε τη χύτευση, την υιοθέτησαν και την ανέπτυξαν, ιδιαίτερα στον τομέα του καλουπιού. Η αρχαιολογική σκαπάνη έχει ανακαλύψει καλούπια κατασκευασμένα με ξεχωριστή τέχνη. Οι Κινέζοι χρησιμοποιούσαν διαιρετά καλούπια με πολλά εξαρτήματα που προσδένονταν μεταξύ τους (μέχρι και τριάντα). Εκτός από τους Κινέζους, ιδιαίτερη τέχνη στη χύτευση παρουσίασαν και οι Ινδοί, που χύτευαν χαλκό και μπρούντζο για εργαλεία, όπλα, σκεύη κ.λπ.. Τέλος, η χύτευση του σιδήρου πρωτοεμφανίστηκε γύρω στα 1000 π.Χ. στη Συρία και στην Περσία.

Σήμερα η χύτευση είναι μία από τις σημαντικότερες κατεργασίες μορφοποίησης προϊόντων. Υπάρχουν ειδικές μονάδες για την παραγωγή χυτών αντικειμένων, που ονομάζονται **χυτήρια** και που παράγουν μεταλλικά προϊόντα, σχεδόν στην τελική τους μορφή. Τα προϊόντα της χύτευσης ποικίλλουν σε υλικά (χρησιμοποιούνται κυρίως μέταλλα), σε πολυπλοκότητα και διαστάσεις. Αρχίζουν από λίγα χιλιοστά και βάρος μερικά κλάσματα του γραμμαρίου, όπως είναι τα δοντάκια των φερμουάρ, και καταλήγουν σε μεγέθη που πλησιάζουν τα 10 m και βάρη μερικών τόνων, όπως είναι οι προπέλες των υπερωκεανίων. Τα πιο ευρέως χρησιμοποιούμενα μεταλλικά υλικά είναι ο χυτοσίδηρος, ο χάλυβας, το αλουμίνιο, ο μπρούντζος, ο ορείχαλκος, το μαγνήσιο και τα κράματα του ψευδαργύρου. Με τη συνεχή εξέλιξη της τεχνολογίας έχουν αναπτυχθεί πολλές μέθοδοι χύτευσης. Μία κατηγοριοποίηση βασίζεται στο είδος του καλουπιού. Έτσι, η χύτευση διακρίνεται σε :

- ❖ **Χύτευση σε καλούπια μίας χρήσης** (χύτευση σε άμμο, γύψο, κεραμικό καλούπι κ.λπ.). Τα καλούπια σε αυτού του τύπου τη χύτευση καταστρέφονται προκειμένου να αποκαλυφθεί το χυτό.
- ❖ **Χύτευση σε καλούπια πολλαπλών χρήσεων** (χύτευση με βαρύτητα, υπό πίεση, φυγοκεντρική χύτευση κ.λπ.). Τα καλούπια σε αυτού του τύπου τη χύτευση χρησιμοποιούνται για πολλές συνεχόμενες χυτεύσεις.

10.2 ΜΟΝΤΕΛΑ – ΟΡΟΛΟΓΙΑ ΧΥΤΕΥΣΗΣ

Ένα τυπικό καλούπι για χύτευση σε υγρή άμμο (πράσινη), στο οποίο φαίνεται η βασική ορολογία των εξαρτημάτων που χρησιμοποιούνται στα περισσότερα είδη χύτευσης, παρουσιάζεται στο σχήμα 10.2. Τα καλούπια, που είναι ο σημαντικότερος παράγοντας σε μία χύτευση, τις περισσότερες φορές, αλλά όχι πάντα, είναι διαιρετά και αποτελούνται από δύο μέρη. Εξαιρέση αποτελεί η χύτευση με μοντέλα από κερί ή θερμοσκληρυνόμενη ρητίνη, που εκεί χρησιμοποιείται ένα ολόσωμο καλούπι, καθώς και η χύτευση με μήτρα και γενικά όλες οι χυτεύσεις που επαναχρησιμοποιούν τα καλούπια. Σε αυτές τις χυτεύσεις χρησιμοποιούνται καλούπια ή μήτρες με περισσότερα από δύο μέρη προκειμένου να χυτευθούν πολύπλοκα αντικείμενα.



Σχήμα 10.2 : Τομή καλουπιού για χύτευση σε άμμο

Για να δοθεί στην κοιλότητα του καλουπιού το κατάλληλο σχήμα, ώστε να χυτευθεί το υλικό και να παραχθεί το χυτό, χρησιμοποιούνται τα **μοντέλα**. Τα μοντέλα είναι πιστά αντίγραφα του προϊόντος που πρόκειται να παραχθεί. Συνήθως κατασκευάζονται από ξύλο (λόγω του χαμηλού του κόστους), μέταλλο, γύψο ή συνθετικές ρητίνες. Τα μεταλλικά μοντέλα έχουν μεγάλο κόστος παραγωγής και κατασκευάζονται από αλουμίνιο, μπρούντζο, χυτοσίδηρο κ.λπ..

Ανάλογα με το υλικό, που πρόκειται να χυτευθεί, πρέπει να υπολογισθεί η συστολή που θα συμβεί στο μέταλλο μετά την απόψυξη. Η συστολή αυτή, που εκτείνεται προς όλες τις κατευθύνσεις, εξαρτάται από το υλικό και από τον όγκο του χυτού και πρέπει να ληφθεί υπόψη στη δημιουργία του μοντέλου, ώστε το τελικό χυτό να είναι στις διαστάσεις που προβλέπονται από το μηχανολογικό σχέδιο. Έτσι, τα μοντέλα φτιάχνονται λίγο

μεγαλύτερα από το χυτό που θέλουμε να παραχθεί.

Στις περισσότερες διαδικασίες χύτευσης χρησιμοποιούνται **πυρήνες ή καρδιές**, που είναι φτιαγμένες από άμμο ή μέταλλο, μέσα στην κοιλότητα του καλουπιού, για να δημιουργήσουν εσωτερικές διαμορφώσεις στο χυτό. Κάθε καλούπι διαθέτει επίσης ένα σύστημα καναλιών για να κατανεμηθεί το λιωμένο μέταλλο και κατακόρυφους αγωγούς για τροφοδοσία. Ιδιαίτερα για τα κομμάτια που έχουν μεγάλο όγκο, χρησιμοποιούνται στα καλούπια **ενδιάμεσες αποθήκες υλικού**. Ο ρόλος των αποθηκών αυτών είναι πολύ σημαντικός, γιατί στις περιπτώσεις μεγάλων κομματιών δημιουργούνται κενά στο χυτό από τη στερεοποίηση των εξωτερικών επιφανειών πριν από το εσωτερικό του χυτού. Με τη χρήση τους, τα σφάλματα στερεοποίησης δημιουργούνται σε αυτές και το χυτό παραμένει χωρίς κενά. Σημαντικό ρόλο παίζουν οι ενδιάμεσες αποθήκες, όταν πρόκειται να χυτευθούν πολύ καθαρά μέταλλα, μια και μαζεύονται σε αυτές οι τυχόν ακαθαρσίες, ενώ το χυτό παραμένει καθαρό.

10.3 ΜΕΘΟΔΟΙ ΧΥΤΕΥΣΗΣ

Οι μέθοδοι χύτευσης που χρησιμοποιούνται σήμερα είναι πολλές και εμφανίζονται με πολλές παραλλαγές. Στον Πίνακα Π.10.1 παρουσιάζονται οι βασικότερες μέθοδοι χύτευσης με σύντομη περιγραφή και χαρακτηριστικά, ενώ αναλύονται περισσότερο στα επόμενα κεφάλαια.

10.4 ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΚΑΤΑ ΤΗ ΧΥΤΕΥΣΗ

Τα προβλήματα που εμφανίζονται συχνά στη χύτευση σχετίζονται κυρίως με σφάλματα στη δημιουργία του καλουπιού, στη σχεδίαση του μοντέλου και των καρδιών, στην τοποθέτηση των οχετών εισόδου ή των ενδιάμεσων αποθηκών λιωμένου υλικού, στη διαδικασία της χύτευσης κ.λπ.. Τα σφάλματα αυτά δημιουργούν ελαττώματα στα χυτά αντικείμενα, που συνήθως είναι :

- **Ρωγμές** που προέρχονται από τη συρρίκνωση του υλικού του χυτού λόγω συστολής κατά την απόψυξη.
- **Εγκλείσματα** από οξειδία που παραμένουν στο χυτό.
- **Σπηλαιώσεις** που οφείλονται στη παρουσία αερίων στο μέταλλο κατά τη στερεοποίηση.

Πίνακας Π.10.1: Συγκεντρωτικός πίνακας βασικότερων μεθόδων χύτευσης

Χύτευση		Περιγραφή	Υλικά	Σύνηθες μέγεθος
νέα χρήση του μοντέλου και καταστροφή του καλούπιού	...σε άμμο	το καλούπι κατασκευάζεται από άμμο γύρω από ξύλινο ή μεταλλικό μοντέλο.	όλα τα κοινά υλικά	από μικρά κομμάτια έως εξαιρετικά μεγάλα
	...σε κέλυφος	Το καλούπι κατασκευάζεται από άμμο και ρητίνη που σκληραίνει τοπικά γύρω από θερμαινόμενο μοντέλο.	κυρίως σιδηρούχα υλικά, χαλκός και αλουμίνιο	μικρά κομμάτια έως 45 Kg
	...σε γύψο	το καλούπι γίνεται με εμφύσηση σε γύψο. Το καλούπι ψήνεται, αφού βγει το μοντέλο.	κυρίως αλουμίνιο και χαλκός	μικρά κομμάτια έως 45 Kg
	...σε κεραμικό καλούπι	το καλούπι γίνεται με εμφύσηση σε πυρίμαχα υλικά.	όλα τα κοινά υλικά	από μικρά κομμάτια έως εξαιρετικά μεγάλα
νέα χρήση του καλούπιού	...σε μήτρα	Το καλούπι είναι μεταλλικό. Το λιωμένο μέταλλο συμπιέζεται σε μήτρα με μεγάλη πίεση.	κυρίως ψευδάργυρος, μαγνήσιο, αλουμίνιο και μερικοί χάλυβες	μικρά κομμάτια έως περίπου 23 Kg
	...με χαμηλή πίεση	Το λιωμένο μέταλλο ρέει μέσα στο καλούπι με χαμηλή πίεση.	κυρίως αλουμίνιο	μικρά κομμάτια έως περίπου 23 Kg
	...σε μόνιμο καλούπι	Το καλούπι είναι μεταλλικό και χωρισμένο σε δύο τμήματα. Το λιωμένο μέταλλο ρέει στο καλούπι με τη βαρύτητα.	κυρίως μη σιδηρούχα υλικά	0,5-23 kg
	...φυγοκεντρική	Η χύτευση γίνεται σε περιστρεφόμενο καλούπι μέσω της φυγόκεντρης δύναμης.	τα περισσότερα μέταλλα	Μεγάλα, πάνω από 45 Kg
	...σφυρηλάτησης	Το λιωμένο μέταλλο συμπιέζεται σε μήτρα από ένα έμβολο, όπως στη σφυρηλάτηση.	Κυρίως μη σιδηρούχα υλικά	μέχρι 4 Kg
καταστροφή του καλούπιού και καταστροφή του μοντέλου	...με την τεχνική του χαμένου κεριού	Το μοντέλο κατασκευάζεται από κερί ή πλαστικό και λιώνει δημιουργώντας το καλούπι.	χάλυβες, μη σιδηρούχα μέταλλα	πολύ μικρά, περίπου 2 Kg
	... με εξαιμίζόμενο μοντέλο	Το μοντέλο κατασκευάζεται από πολυστυρένιο και εξαιμίζεται, όταν έρθει σε επαφή με το λιωμένο μέταλλο.	όλα τα μέταλλα, κυρίως σίδηρος	πολύ μικρά, 2 Kg και πάνω

● Ασυνέχειες στο χυτό.

Ο έλεγχος των χυτών γίνεται χρησιμοποιώντας μη καταστροφικές μεθόδους. Μία από αυτές τις μεθόδους είναι η **ραδιογραφία** με τη βοήθεια της οποίας ελέγχεται η συνέχεια και η ομοιομορφία του υλικού, του χυτού αντικειμένου. Στη ραδιογραφία, προσπίπτουν ακτίνες Χ στα χυτά, η μεταβολή της έντασης των οποίων καταγράφεται σε φωτογραφικό φιλμ. Οι ατέλειες που μπορούν να διαπιστωθούν, πρέπει να έχουν μέγεθος μεγαλύτερο του 2% του πάχους του ελεγχόμενου χυτού αντικειμένου.