

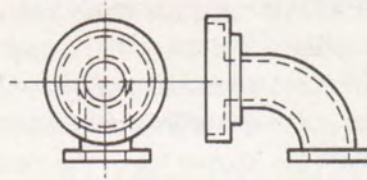
10.5 ΧΥΤΕΥΣΗ ΣΕ ΚΑΛΟΥΠΙΑ ΜΙΑΣ ΧΡΗΣΗΣ

10.5.1 Χύτευση σε άμμο

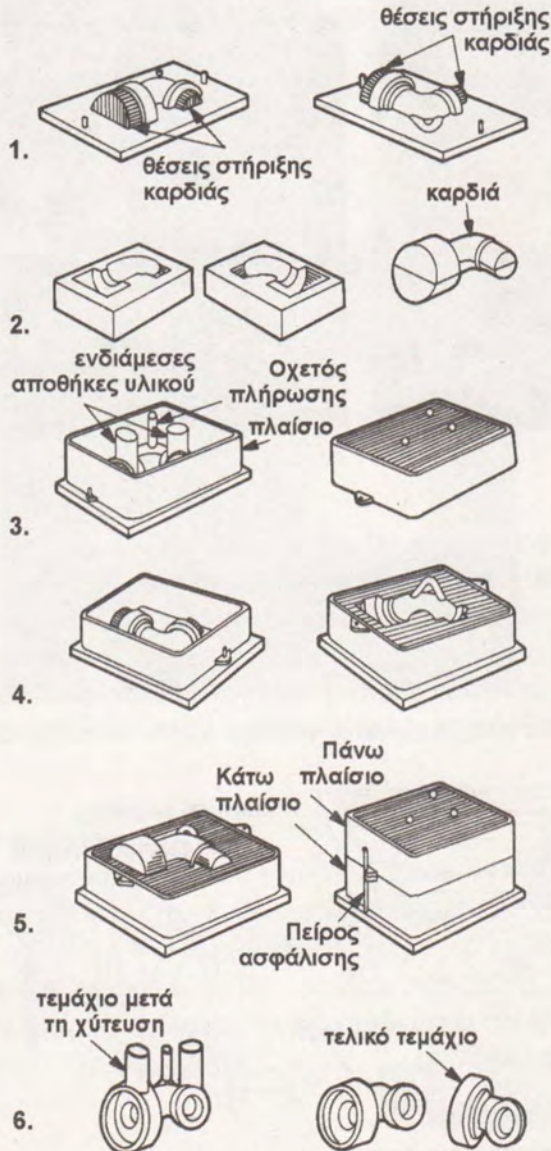
Η χύτευση σε άμμο είναι η παραδοσιακή μέθοδος χύτευσης, η οποία χρησιμοποιείται εδώ και αιώνες. Ακόμα και σήμερα, μεγάλο ποσοστό της παραγωγής χυτών αντικειμένων πραγματοποιείται με αυτή τη μέθοδο. Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιεί την άμμο (SiO_2) για τη δημιουργία του καλούπιού, εκμεταλλευόμενη το μικρό της κόστος και την αντίστασή της στις υψηλές θερμοκρασίες. Η άμμος συνήθως χρησιμοποιείται αναμεμειγμένη με διάφορα πρόσθετα που αυξάνουν ακόμα τις ιδιότητές της. Τέτοια πρόσθετα είναι η άργιλος που χρησιμοποιείται ως συνδετικό υλικό και το νερό. Ένα τυπικό παράδειγμα χύτευσης σε άμμο φαίνεται στο σχήμα 10.3. Στο σχήμα αυτό διακρίνονται τα στάδια στα οποία πραγματοποιείται η χύτευση αυτή.

Η πρώτη εργασία στη χύτευση με άμμο είναι η δημιουργία του **μοντέλου** (βήμα 1 του σχήματος). Το μοντέλο είναι αντίγραφο του τεμαχίου που πρόκειται να χυτευθεί και φτιάχνεται κυρίως από ξύλο ή μέταλλο, ανάλογα με τον αριθμό των χυτεύσεων που θα γίνουν και το μέγεθος του χυτού. Μοντέλα από ξύλο έχουν μικρό κόστος και είναι ιδανικά για λίγες χυτεύσεις. Συνήθως φτιάχνονται από ξύλο καρυδιάς ή βελανιδιάς και γενικά από ξύλα που κατεργάζονται εύκολα. Τα μεταλλικά μοντέλα έχουν μεγαλύτερο κόστος και φτιάχνονται από αλουμίνιο, χυτοσίδηρο και μπρούντζο, ενώ μοντέλα φτιάχνονται και από συνθετικές ρητίνες, γύψο κ.λπ..

Για την περίπτωση που το αντικείμενο που πρόκειται να χυτευθεί έχει εσωτερική κοιλότητα, χρησιμοποιείται η **καρδιά**, δηλαδή ένας πυρήνας που θα παραμείνει κατά τη διάρκεια της χύτευσης μέσα στο καλούπι και θα εξασφαλίσει τη διαμόρφωση της κοιλότητας. Οι καρδιές μπορούν να είναι κι αυτές από άμμο και φτιάχνονται σε ειδικά, για το σκοπό αυτό, πλαίσια (βήμα 2). Η κατασκευή των καρδιών απαιτεί και αυτή ιδιαίτερη προσοχή ως προς τις διαστάσεις και τη μορφή και περιλαμβάνει, εκτός από την καρδιά, και τα σημεία στήριξής της στο καλούπι. Στο βήμα 3 φαίνεται το πάνω πλαίσιο του καλούπιού, στο οποίο έχει τοποθετηθεί το μισό μοντέλο, ο **οχετός πλήρωσης** και οι **ενδιάμεσες αποθήκες υλικού**. Οι ενδιάμεσες αποθήκες υλικού εκτός από την αποφυγή δημιουργίας κενών στο χυτό, όπως ήδη αναφέρθηκε, παίζουν εδώ και το ρόλο των εξαεριστικών, για να απάγονται τα αέρια που δημιουργούνται κατά τη χύτευση. Στη διπλανή εικόνα στο βήμα 3 φαίνεται το ίδιο πλαίσιο, αφού συμπληρώθηκε με άμμο



Μηχανολογικό Σχέδιο
τελικού τεμαχίου



Σχήμα 10.3 : Χύτευση σε άμμο

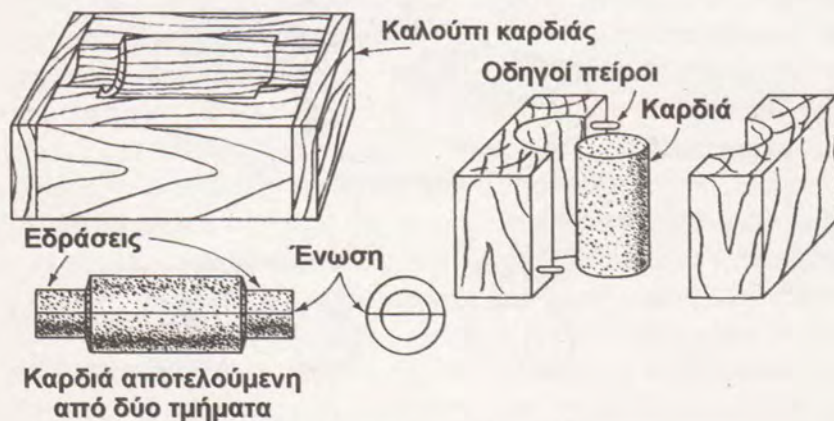
και κατόπιν αφαιρέθηκαν με προσοχή το μοντέλο από τη βάση, οι αποθήκες και ο οχετός πλήρωσης. Στο βήμα 4 διαμορφώνεται αντίστοιχα το κάτω πλαίσιο με το άλλο μισό μοντέλο, ενώ στο βήμα 5 τοποθετείται η καρδιά στο κάτω πλαίσιο και συμπληρώνεται το καλούπι με το πάνω πλαίσιο. Τέλος, μετά τη χύτευση (βλ. σχήμα 10.4), την απόψυξη και τον καθαρισμό,



Σχήμα 10.4 : Χύτευση σε καλούπι από άμμο

στο βήμα 6 φαίνεται το τελικό τεμάχιο πριν και μετά την αφαίρεση των δύο ενδιάμεσων αποθηκών και του οχετού πλήρωσης.

Όλα τα στάδια που προαναφέρθηκαν απαιτούν λεπτούς χειρισμούς και επιδεξιότητα από τον τεχνίτη που πραγματοποιεί τη χύτευση. Ειδικά η κατασκευή του μοντέλου απαιτεί μεγάλη επιδεξιότητα μια και πρέπει να έχει προβλεφθεί να απομακρύνεται εύκολα, χωρίς να καταστρέφει το αποτύ-



Σχήμα 10.5 : Κατασκευή καρδιών

πωμα στην άμμο, καθώς και η συστολή που θα υποστεί το τεμάχιο μετά την απόψυξή του. Αντίστοιχη επιδεξιότητα απαιτείται και στην κατασκευή των πυρήνων (καρδιών). Στο σχήμα 10.5 φαίνεται η κατασκευή μιας καρδιάς από δύο τμήματα και μιας ολόσωμης καρδιάς, με τη βοήθεια καλουπιών από ξύλο.

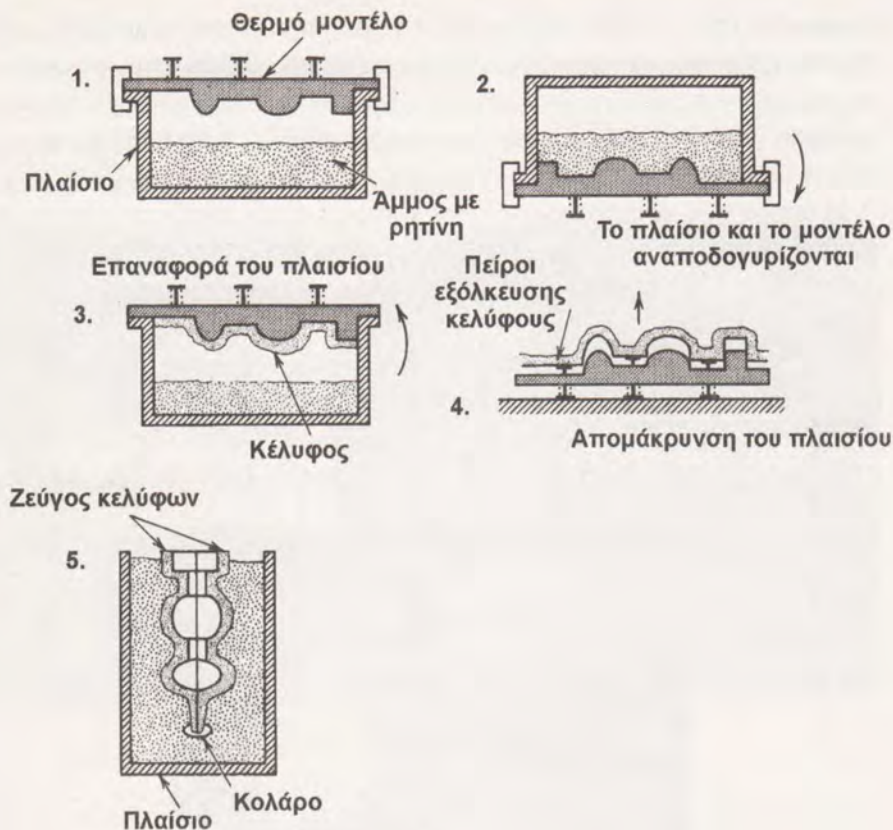
Η άμμος που χρησιμοποιείται στη χύτευση χαρακτηρίζεται από το μέγεθος των κόκκων της. Έτσι, για μεγάλα κομμάτια χρησιμοποιείται η χονδρόκοκκη άμμος, ενώ λεπτόκοκκη άμμος χρησιμοποιείται για χύτευση μικρών αντικειμένων. Επίσης, η άμμος μπορεί να είναι υγρή (πράσινη) για τη χύτευση μικρών αντικειμένων, ενώ για τη χύτευση μεγαλύτερων χρησιμοποιείται άμμος αποξηραμένη σε φούρνους. Για τη δημιουργία των καλουπιών με άμμο, χυτών ιδιαίτερα μεγάλων διαστάσεων, χρησιμοποιείται ειδική μηχανή τροφοδοσίας της άμμου, όπως φαίνεται στο σχήμα 10.6.



Σχήμα 10.6 : Μηχανική τροφοδοσία άμμου σε καλούπι

10.5.2 Χύτευση κελύφους

Η μέθοδος αυτή πρωτοεμφανίστηκε κατά τη διάρκεια του 2^{ου} Παγκοσμίου Πολέμου. Στη μέθοδο αυτή το υλικό από το οποίο φτιάχνεται το καλούπι είναι λεπτή άμμος και 2,5-4% θερμοσκληρυνόμενη ρητίνη. Το μοντέλο είναι μεταλλικό και θερμαίνεται σε θερμοκρασία 175-270°C. Η διαδικασία της χύτευσης κελύφους ακολουθεί πέντε στάδια που περιγράφονται παρακάτω και φαίνονται στο σχήμα 10.7.



Σχήμα 10.7 : Χύτευση κελύφους

Τα στάδια αυτά είναι :

1. Το μείγμα από την άμμο και τη θερμοσκληρυνόμενη ρητίνη τοποθετείται σε ένα πλαίσιο που σκεπάζεται από πάνω με το θερμό μεταλλικό μοντέλο (εικόνα 1). Το πλαίσιο αναποδογυρίζεται και η άμμος πέφτει πάνω στο μοντέλο (εικόνα 2). Η θερμότητα του μοντέλου σκληραίνει τοπικά μία περιοχή πάχους περίπου 3,2 mm από την άμμο και τη ρητίνη και δημιουργεί το κελύφος.
2. Το πλαίσιο γυρίζεται στην αρχική του θέση, η άμμος πέφτει στη βάση του πλαισίου και το κελύφος παραμένει με το μοντέλο (εικόνα 3). Το μοντέλο μαζί με το κελύφος τοποθετούνται σε φούρνο για μερικά λεπτά, ώστε το κελύφος να σκληρυνθεί καλύτερα και να λάβει την τελική του μορφή.
3. Το κελύφος απομακρύνεται από το μοντέλο (εικόνα 4).

4. Δύο ίδια τμήματα του κελύφους ενώνονται και δημιουργούν το καλούπι (εικόνα 5).
5. Το καλούπι που δημιουργήθηκε με τον τρόπο αυτό, τοποθετείται σε ένα πλαίσιο με άμμο για υποστήριξη του κελύφους κατά τη χύτευση.

Στη μέθοδο αυτή, η ακρίβεια που επιτυγχάνεται στις διαστάσεις του χυτού είναι μόνο μερικά εκατοστά του χιλιοστού. Αυτό οφείλεται στη σχεδόν μηδενική συρρίκνωση που υφίσταται το κέλυφος.

10.5.3 Χύτευση με εξατμιζόμενο μοντέλο

Η μέθοδος αυτή εφαρμόζεται σε περιπτώσεις που γίνεται μικρός αριθμός χυτεύσεων. Στις περιπτώσεις αυτές, το κόστος κατασκευής των μοντέλων γίνεται ιδιαίτερα υψηλό. Έτσι, με τη μέθοδο αυτή, κατασκευάζονται μοντέλα από πολυστυρένιο, γύρω από τα οποία τοποθετείται άμμος και δημιουργείται το καλούπι. Το μοντέλο παραμένει μέσα στο καλούπι και όταν έρθει σε επαφή με το λιωμένο μέταλλο εξατμίζεται, δημιουργώντας έτσι την κοιλότητα του καλουπιού. Με τη μέθοδο αυτή μπορούν να χυτευθούν αρκετά πολύπλοκα αντικείμενα με μικρό κόστος.

10.5.4 Χύτευση σε γύψο

Σε αυτή τη μέθοδο χύτευσης, το καλούπι είναι φτιαγμένο από γύψο με πρόσθετα, όπως είναι ίνες αμιάντου, ορυκτά του μαγνησίου και του πυριτίου. Τα υλικά αυτά αναμειγνύονται με νερό και το διάλυμα χύνεται και περιβάλλει το μοντέλο. Όταν το διάλυμα στερεοποιηθεί, απομακρύνεται το μοντέλο και το καλούπι, αφού ξηραίνεται σε θερμοκρασία 200°C περίπου, είναι έτοιμο για τη χύτευση. Επειδή το καλούπι από γύψο αντέχει μέχρι τη θερμοκρασία των 1200°C, η μέθοδος χύτευσης με γύψο χρησιμοποιείται μόνο για χύτευση αλουμινίου, μαγνησίου, ψευδαργύρου και κραμάτων του χαλκού.

Η χύτευση με γύψο δίνει πολύ καλή επιφάνεια του χυτού και λόγω της μικρής συρρίκνωσης του καλουπιού δίνει πολύ μεγάλη ακρίβεια στις διαστάσεις. Έτσι η μέθοδος αυτή και η μέθοδος χύτευσης με την τεχνική του χαμένου κεριού και της χύτευσης σε κεραμικό καλούπι (που περιγράφονται παρακάτω) είναι γνωστές ως μέθοδοι **χύτευσης ακριβείας**. Στο σχήμα 10.8 φαίνονται χυτά αντικείμενα που παρήχθησαν με χύτευση σε γύψο.



Σχήμα 10.8 : Παραδείγματα χυτών αντικειμένων από χύτευση σε γύψο

10.5.5 Χύτευση σε κεραμικό καλούπι

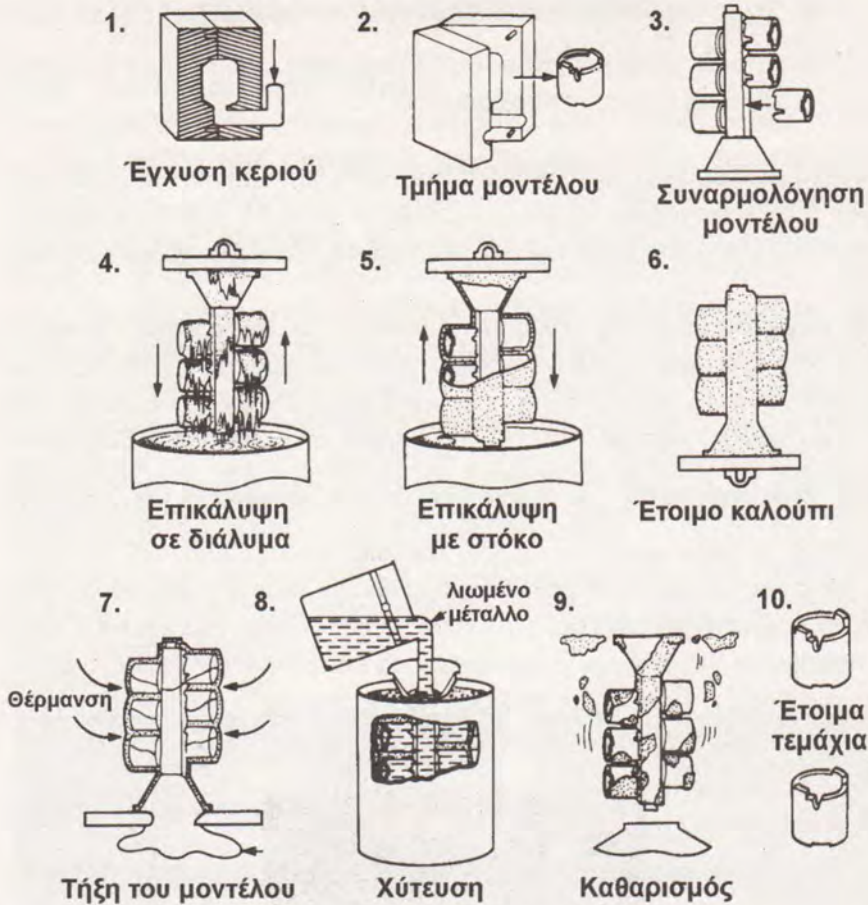
Η χύτευση σε κεραμικό καλούπι δε διαφέρει πολύ από τη χύτευση σε γύψο. Η ουσιαστική διαφορά βρίσκεται στα υλικά που χρησιμοποιούνται για το καλούπι. Το αντίστοιχο διάλυμα, που χύνεται γύρω από το μοντέλο για να δημιουργηθεί το καλούπι, είναι από ανθεκτικά υλικά στις υψηλές θερμοκρασίες, όπως το οξειδίο του Αλουμινίου (Al_2O_3), το οξειδίο του πυριτίου (SiO_2) και το ορυκτό ζirkον (ZrSiO_4). Τα υλικά αυτά δίνουν τη δυνατότητα χύτευσης μετάλλων και κραμάτων με υψηλό σημείο τήξης, όπως είναι τα σιδηρούχα κράματα.

Η μέθοδος αυτή έχει σχετικά μεγάλο κόστος, αλλά δίνει πολύ ικανοποιητικά αποτελέσματα στην ποιότητα της επιφάνειας του χυτού και στην ακρίβεια των διαστάσεών του.

10.5.6 Χύτευση με την τεχνική του χαμένου κεριού

Η χύτευση με την τεχνική του χαμένου κεριού είναι από τις πιο παλιές μεθόδους χύτευσης που χρησιμοποιήθηκαν. Στη μέθοδο αυτή το μοντέλο κατασκευάζεται από κέρι ή πλαστικό και καταστρέφεται σε κάθε χύτευση. Στο σχήμα 10.9 φαίνονται τα στάδια της μεθόδου.

1. Το μοντέλο φτιάχνεται σε διαιρούμενο καλούπι με έγχυση κεριού ή πλαστικού.
2. Το μοντέλο απομακρύνεται από το καλούπι του.
3. Δημιουργείται το συνολικό μοντέλο της χύτευσης.



Σχήμα 10.9 : Χύτευση με την τεχνική του χαμένου κεριού.

4. Το μοντέλο βυθίζεται μερικές φορές σε διάλυμα πυρίμαχων υλικών, όπως είναι η άμμος και συνδετικών υλικών, όπως το πυριτικό αιθύλιο και το πυριτικό νάτριο. Αφού κάθε φορά ξηραθεί το στρώμα της επικάλυψης, το μοντέλο ξαναβυθίζεται στο διάλυμα, ώστε να αυξηθεί το πάχος της επικάλυψης (3 έως 6mm).
5. Το μοντέλο βυθίζεται σε στόκο και επικαλύπτεται με αυτόν.
6. Το έτοιμο μοντέλο.
7. Το επικαλυμμένο μοντέλο τοποθετείται σε φούρνο γύρω στους 1100°C , όπου λιώνει το κερί ή το πλαστικό και απομένει το έτοιμο καλούπι.
8. Πραγματοποιείται η χύτευση (βλ. σχήμα 10.10).

9. Το καλούπι καθαρίζεται σπάζοντας την επικάλυψη.
10. Έτοιμα χυτά κομμάτια, αφού αφαιρεθούν οι αγωγοί τροφοδοσίας και η χοάνη πληρώσεως.

Με τη μέθοδο αυτή κατασκευάζονται σύνθετα κομμάτια που είναι δύσκολο ή αντιοικονομικό να κατασκευασθούν με άλλη μέθοδο χύτευσης. Τυπικά παραδείγματα είναι : υδραυλικές βάνες, πτερύγια αεροστροβίλων κ.λπ..

Σε σύγκριση με άλλες μεθόδους, η μέθοδος με την τεχνική του χαμένου κεριού έχει αρκετά πλεονεκτήματα, αλλά και μειονεκτήματα. Αυτοματοποιείται εύκολα, ιδιαίτερα για παραγωγή πολύ μικρών αντικειμένων και έτσι έχει χαμηλό κόστος. Από την άλλη μεριά απαιτεί πολλές διαφορετικές φάσεις για την πραγματοποίησή της και γι' αυτό δεν είναι προτιμότερη από τη χύτευση σε άμμο, εκτός από την περίπτωση που τα χυτά κομμάτια πρέπει να έχουν μεγάλη ακρίβεια και καλή τελική επιφάνεια. Ως κανόνας, σε σύγκριση με άλλες μεθόδους που δίνουν καλή ακρίβεια σε διαστάσεις και ποιότητα επιφάνειας, η χύτευση με την τεχνική του χαμένου κεριού προτιμάται για παραγωγή σύνθετων αντικειμένων σε μικρές διαστάσεις. Αντίθετα, η χύτευση σε κέλυφος προτιμάται για παραγωγή απλών αντικειμένων με μεγάλες όμως διαστάσεις.



Σχήμα 10.10 : Χύτευση σε καλούπι που κατασκευάζεται με την τεχνική του χαμένου κεριού.