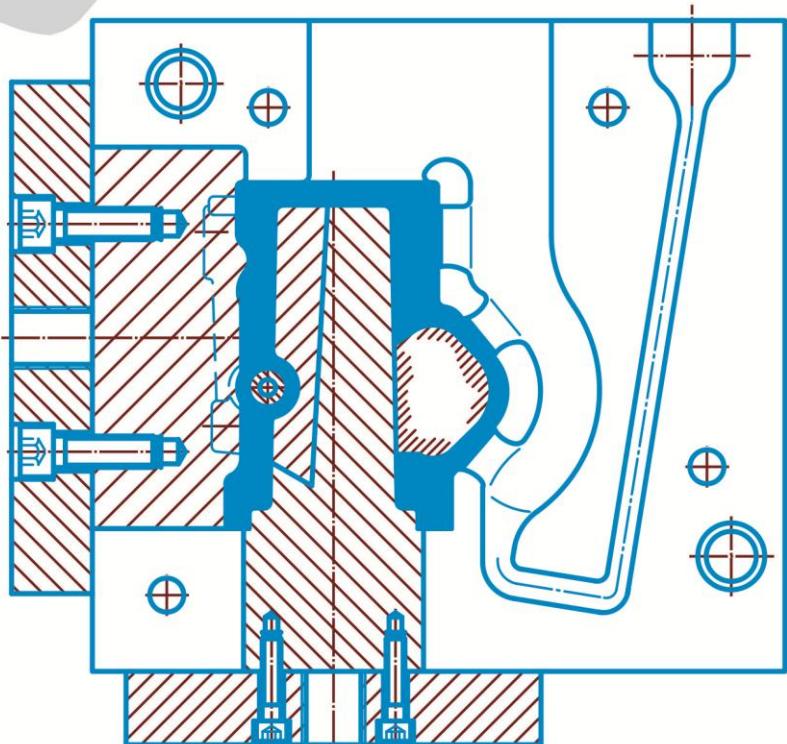




ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΙΚΡΟΚΟΠΗΣ & ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ

ΕΙΔΙΚΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ
ΣΤΗ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΗ ΣΧΕΔΙΑΣΗ
ΚΑΛΟΥΠΙΩΝ ΧΥΤΕΥΣΗΣ



ΧΗΤΑ ΚΑΤΕΡΙΝΑ

ΕΠΙΒΛΕΠΟΝ: ΑΡΙΣΤΟΜΕΝΗΣ ΑΝΤΩΝΙΑΔΗΣ
ΑΝΑΠΛΗΡΩΤΗΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

ΑΡ. ΔΙΠΛ. : 13

ΧΑΝΙΑ 2011

Στον πατέρα και τη μητέρα μου...

Ευχαριστώ...

Τον καθηγητή μου Α. Αντωνιάδη, που μου έδωσε την ευκαιρία να ασχοληθώ με ένα τόσο ενδιαφέρον θέμα και που με την καθοδήγησή του απέκτησα σημαντικές γνώσεις.

Όλους τους φίλους που γνώρισα στη διάρκεια των φοιτητικών μου χρόνων και ομόρφυναν τη ζωή μου στα Χανιά.

Την οικογένειά μου, που με στήριξε όλο αυτό το διάστημα με κάθε δυνατό τρόπο.

Τον Οράπιο, που μου κράτησε συντροφιά και έκανε την επιστροφή μου στην Αθήνα περισσότερο ανώδυνη.

Τους φίλους, που είχα αφήσει πίσω στην Αθήνα, για την υπομονή και την κατανόησή τους.

Και τέλος, το νησί, που οι άνθρωποί του, οι συνήθειές τους και οι ομορφιές του, με σημάδεψαν και με διαμόρφωσαν.

Περιεχόμενα	
1. Εισαγωγή	6
2. Χύτευση	7
2.1. Γενικά	7
2.2. Βασικά στοιχεία για τη χύτευση	8
2.3. Χύτευση σε καλούπια μίας χρήσης	10
2.3.1. Χύτευση σε άμμο	10
2.3.2. Χύτευση κελύφους	11
2.3.3. Χύτευση με την τεχνική του χαμένου κεριού	12
2.4. Χύτευση σε καλούπια πολλαπλών χρήσεων	13
2.4.1. Χύτευση σε μόνιμο καλούπι	13
2.4.2. Χύτευση σε μήτρα	13
2.4.3. Φυγοκεντρική χύτευση	14
2.4.4. Χύτευση με χαμηλή πίεση	14
2.5. Προβλήματα κατά τη χύτευση	15
3. Εισαγωγή στο τεχνικό σχέδιο για τη χύτευση	16
3.1. Η σημασία των τεχνικών σχεδίων χύτευσης	16
3.2. Σχέδια διάταξης (κατασκευής) μοντέλου	16
3.3. Σχέδια δομής μοντέλου	19
3.4. Σχέδια καλουπιού	22
4. Κανόνες για το τεχνικό σχέδιο χύτευσης	23
4.1. Σχέδια διάταξης μοντέλου	23
4.1.1. Σχέδια προβολής μοντέλου	23
4.1.2. Σχέδιο ακατέργαστου τεμαχίου	24
4.1.3. Σχέδιο περαιτέρω κατεργασίας (αφαίρεσης υλικού)	25
4.2. Σχέδιο δομής	26
4.2.1. Σχέδια δομής για διατάξεις μοντέλου από ξύλο	26
4.2.2. Σχέδιο δομής για ξύλινο πλαίσιο πυρήνα	29
4.2.2.1. Ξύλινα πλαίσια πυρήνα ως υπόδειγμα	29
4.2.2.2. Πυρήνας και ψυχή του πυρήνα ως υπόδειγμα	30
4.2.3. Σχέδιο δομής πλακών μοντέλου	31
4.3. Σχέδια καλουπιού	32
4.3.1. Σχέδιο καλουπιού ενός διμερούς πλαισίου με οχετό εγαξωγής	34
4.3.2. Σχέδιο καλουπιού ενός διμερούς πλαισίου με ενδιάμεση αποθήκη υλικού	35
4.3.3. Τριμερή πλαίσια καλουπιού	36
4.3.4. Σχέδια καλουπιού με stencil	38
4.3.5. Καλούπια χωρίς πλαίσιο	42
4.3.6. Καλούπια με ανισόπεδη διάτμηση	43
4.3.7. Καλούπια πολλαπλών χρήσεων	45
4.4. Χύτευση χειρός	47
4.4.1. Πρότυπα με αποσπόμενα μέρη	48
4.5. Πρότυπα για μεγάλο αριθμό παραγωγής και παραγωγή καλουπιών για μηχανική χύτευση	51
4.5.1. Διαφορές ως προς τον σχεδιασμό προτύπου σε σχέση με τη χύτευση χειρός	51
4.5.2. Σχέδια για μεγάλο αριθμόν χυτών	53
4.5.3. Ασφάλειες πυρήνα	55
4.5.3.1. Ασφάλειες πυρήνα ενάντια στη στρέψη	55

4.5.3.2. Ασφάλειες πυρήνα ενάντια στη μετατόπιση	56
4.5.3.3. Ασφάλεια τοποθέτησης	57
4.5.4. Διατάξεις πλακών μοντέλου	60
4.6. Σύνολα πυρήνων	64
5. Σύνοψη	67
6. Βιβλιογραφία	68

1. Εισαγωγή

Η χύτευση αποτελεί μία από τις σημαντικότερες μεθόδους μορφοποίησης υλικών και χρησιμοποιείται σε μεγάλο βαθμό στη βιομηχανία μαζικής παραγωγής προϊόντων. Για την παραγωγή προϊόντων με τη μέθοδο της χύτευσης είναι αναγκαίο να μεθοδευθεί η εκτέλεση των εργασιών μέσω μιας σειράς διαδικασιών, η σημαντικότερη των οποίων είναι η παραγωγή των απαιτούμενων σχεδίων για τα πρότυπα και τα καλούπια που θα χρησιμοποιηθούν.

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η παρουσίαση και ανάλυση των εξειδικευμένων μηχανολογικών σχεδίων για τη μέθοδο της χύτευσης. Στην αρχή, παρατίθενται κάποια βασικά στοιχεία για τη συγκεκριμένη κατεργασία μορφοποίησης, όπου γίνεται διαχωρισμός στις δύο βασικές κατηγορίες χύτευσης -χύτευση σε καλούπια μίας χρήσης και χύτευση σε καλούπια πολλαπλών χρήσεων- και περαιτέρω ανάλυση της κάθε μεθόδου. Στη συνέχεια γίνεται μία πρώτη προσέγγιση στην εξειδικευμένη τεχνική σχεδίαση για χύτευση. Παρουσιάζονται οι τρεις γενικές κατηγορίες σχεδίων -σχέδια διάταξης μοντέλου, σχέδια δομής μοντέλου και σχέδια καλουπιού- και η χρησιμότητά τους. Τέλος, γίνεται εκτενής ανάλυση των κατηγοριών αυτών στις επιμέρους υποκατηγορίες και εξετάζονται οι διαφορετικές τεχνικές και κανονισμοί σχεδίασης. Για την υλοποίηση όλων των σχεδίων που εμπεριέχονται στην εργασία, χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό σχεδίασης CorelDRAW X5.



Σχήμα 1.1: Χύτευση

2. Χύτευση

2.1 Γενικά

Η σωστή επιλογή των κατάλληλων μεθόδων παραγωγής προϊόντων, είναι αποφασιστικής σημασίας για τη μείωση του κόστους παραγωγής, σε συνδυασμό με την αύξηση της παραγωγικότητας, με τελικό στόχο την ανάπτυξη της επιχείρησης. Για να επιτευχθούν οι παραπάνω στόχοι πρέπει οι ομάδες σχεδιασμού και παραγωγής να επιμορφώνονται συνεχώς στις αναπτυσσόμενες νέες μεθόδους παραγωγής και κατεργασίας προϊόντων.

Μία από τις σημαντικότερες μεθόδους παραγωγής προϊόντων είναι η χύτευση με την οποία επιτυγχάνεται υψηλός βαθμός αξιοποίησης υλικού (90%) και χαμηλή κατανάλωση ενέργειας (30-38 MJ/kg).

Η χύτευση είναι μία μέθοδος διαμόρφωσης κατά την οποία λιωμένο μέταλλο ρέει σε ένα καλούπι, μέσα στο οποίο στερεοποιείται και παίρνει τη μορφή της κοιλότητας του καλουπιού. Το αντικείμενο που προκύπτει μετά την απομάκρυνση του μετάλλου από το καλούπι ονομάζεται χυτό. Το καλούπι είναι φτιαγμένο από κάποιο πυρίμαχο υλικό, όπως είναι για παράδειγμα η άμμος. Ένας μεγάλος αριθμός από αντικείμενα καθημερινής χρήσης κατασκευάζεται με τη μέθοδο της χύτευσης, καθότι διαθέτει τα εξής προτερήματα:

- Μπορούν να παραχθούν τεμάχια με περίπλοκη γεωμετρία.
- Μπορεί να εφαρμοστεί για την παραγωγή μικρών αντικειμένων (ορισμένων γραμμαρίων) έως πολύ μεγάλων (μερικών τόνων).
- Είναι πολύ οικονομική μέθοδος. Το μέταλλο που πιθανώς περισσεύει μετά από έναν κύκλο χύτευσης, λιώνεται εκ νέου και επαναχρησιμοποιείται.
- Το χυτό μέταλλο είναι ισοτροπικό, οι φυσικές και μηχανικές του ιδιότητες δηλαδή είναι ίδιες σε όλη την έκταση του.



Σχήμα 2.1: Χυτά διαφορετικών υλικών, μεγέθους και γεωμετρίας [πηγή: Internet]

Με τη χύτευση παράγονται ακατέργαστα προϊόντα, τα οποία αποκτούν την τελική τους μορφή και τα απαιτούμενα χαρακτηριστικά ποιότητας μέσω των αντίστοιχων μεθόδων κατεργασίας. Το μέγεθος, η μορφή, ο αριθμός τεμαχίων των προϊόντων που θα παραχθούν και οι απαιτούμενες μέθοδοι κατεργασίας, καθώς και ο απαιτούμενος εξοπλισμός είναι τα βασικά κριτήρια για την επιλογή της μεθόδου χύτευσης.

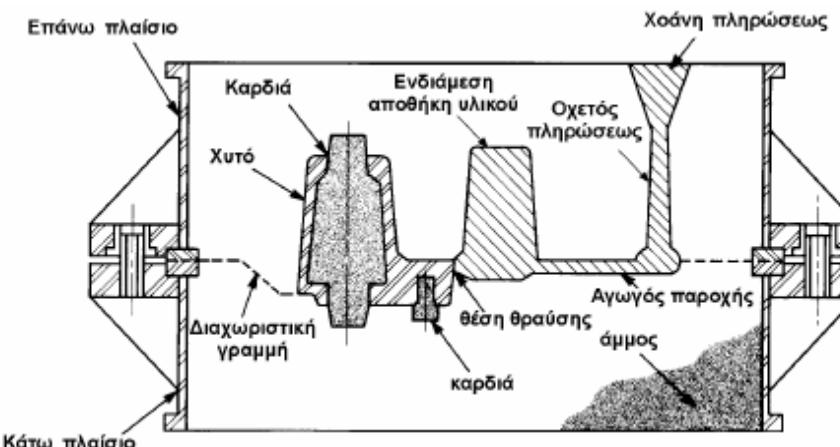
Η χύτευση διακρίνεται σε δύο βασικές κατηγορίες:

- **Χύτευση σε καλούπια μίας χρήσης.** Μετά τη πέρας της κατεργασίας το καλούπι καταστρέφεται προκειμένου να αποκαλυφθεί το χυτό.
- **Χύτευση σε καλούπια πολλαπλών χρήσεων.** Το καλούπι δεν καταστρέφεται, αλλά επαναχρησιμοποιείται για μία σειρά από χυτεύσεις.

2.2 Βασικά στοιχεία για τη χύτευση

Προκειμένου να δημιουργηθεί η κοιλότητα όπου θα πραγματοποιηθεί η χύτευση, χρησιμοποιείται ένα ομοίωμα του αντικειμένου. Το ομοίωμα αυτό ονομάζεται **μοντέλο ή πρότυπο**. Εκτός από τα μοντέλα, χρησιμοποιούνται επιπρόσθετα **πυρήνες** ή αλλιώς **καρδιές**, έτσι ώστε να σχηματιστούν εσωτερικές διαμορφώσεις και γενικότερα δύσκολες γεωμετρίες στο χυτό.

Τα καλούπια είναι συνήθως διαιρετά σε δύο ή περισσότερα μέρη, ανάλογα με τη μέθοδο χύτευσης που ακολουθείται και την πολυπλοκότητα του αντικειμένου προς χύτευση. Εξαίρεση αποτελεί η χύτευση με μοντέλα από κερί ή θερμοσκληρυνόμενη ρητίνη, όπου το καλούπι είναι ενιαίο. Ένα καλούπι στο οποίο παρουσιάζονται τα βασικά εξαρτήματα χύτευσης, παρουσιάζεται στο σχήμα 2.2.



Σχήμα 2.2: Καλούπι για χύτευση σε άμμο, σε τομή [πηγή: Αντωνιάδης, Α. Θ. & Πανταζόπουλος, Γ. 2002, Μηχανουργική Τεχνολογία II – Κατεργασίες Διαμόρφωσης, ΟΕΔΒ, Αθήνα]

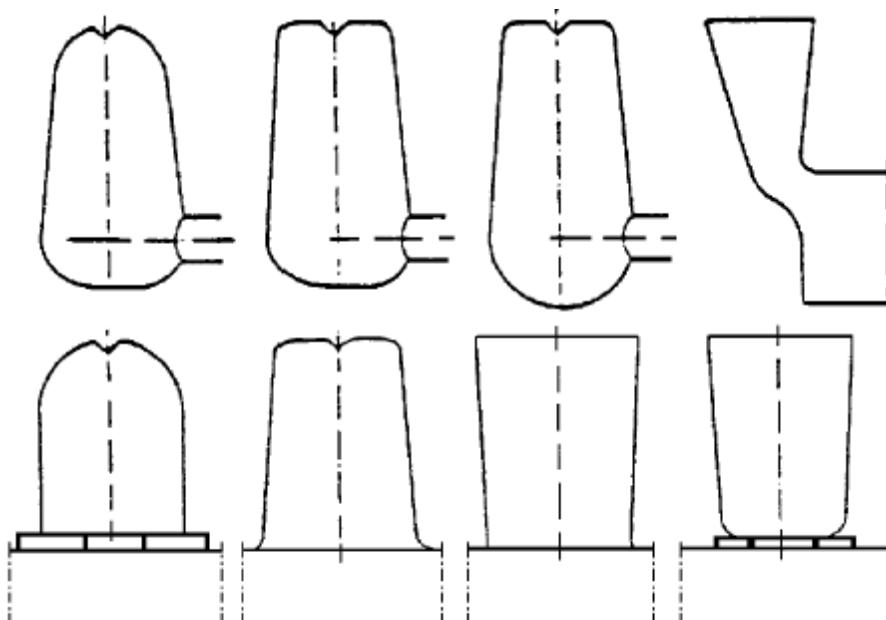
Σε κάθε καλούπι υπάρχει ο **οχετός πλήρωσης**, ο οποίος είναι κατακόρυφος αγωγός για την έγχυση του μετάλλου. Επίσης, ένα **σύστημα από οριζόντιους αγωγούς** είναι υπεύθυνο για την κατανομή του λιωμένου μετάλλου. Εκτός από τον οχετό πλήρωσης, υπάρχει ο **οχετός εξαγωγής**, ο οποίος συμβάλλει στον εξαερισμό του χυτού, καθώς επίσης και στην απομάκρυνση των ακαθαρσιών του τηγμένου μετάλλου. Όταν πρόκειται να χυτευθούν μεγάλα τεμάχια, χρησιμοποιούνται στα καλούπια οι **ενδιάμεσες αποθήκες υλικού**. Ο ρόλος των αποθηκών αυτών συμπίπτει με τον ρόλο του οχετού εξαγωγής. Επίσης τα πιθανά σφάλματα στερεοποίησης, όπως π.χ. η δημιουργία κενών στο χυτό, δημιουργούνται στις αποθήκες αυτές και όχι στο χυτό. Το χυτό παραμένει έτσι καθαρό και χωρίς αστοχίες. Διαφορετικές μορφές ενδιάμεσων αποθηκών υλικού, καθώς επίσης και οχετών εξαγωγής, παρουσιάζονται στο σχήμα 2.3.

Στην κατασκευή του μοντέλου πρέπει να ληφθεί υπόψιν η συστολή του μετάλλου μετά τη στερεοποίηση και την ψύξη του. Για τον λόγο αυτό, ανάλογα με το υλικό που θα χρησιμοποιηθεί στη χύτευση, τα μοντέλα κατασκευάζονται λίγο μεγαλύτερα από το επιθυμητό

μέγεθος του αντικειμένου που θα παραχθεί.

Η διαδικασία χύτευσης αρχίζει από το κατασκευαστικό σχέδιο του ακατέργαστου ή κατεργασμένου προϊόντος, ανάλογα με τις απαιτήσεις του παραγγέλοντος. Το σχέδιο κατασκευής ακατέργαστου προϊόντος ορίζει τις επιθυμητές από τον παραγγέλοντα διαστάσεις, τις ανοχές περαιτέρω κατεργασιών, την κλίση των επιφανειών μαζί με τις ανοχές του μήκους, του πάχους και των γωνιών.

Οι διατάξεις παραγωγής πχ. τα πρότυπα, οι πλάκες προτύπων, τα stencil, οι μήτρες, κατασκευάζονται σύμφωνα με τις απαιτήσεις του σχεδίου ακατέργαστου προϊόντος.



Σχήμα 2.3: Διαφορετικοί τύποι οχετών εξαγωγής και ενδιάμεσων αποθηκών υλικού [πηγή:
Bührig-Polaczek, A. 2006, *Anschnitt- und Speisertechnik*, σημειώσεις του τμήματος
Maschinenbau του Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule, Aachen 2006]

Το τμήμα σχεδιασμού σε συνεργασία με το χυτήριο καθορίζουν:

- τη διάτμηση του καλουπιού,
- τον αριθμό των οριζόντιων αγωγών που διαμοιράζουν το υλικό χύτευσης και
- τους πυρήνες και την έδρασή τους.

Η επιλογή της διάτμησης του καλουπιού καθορίζει συνήθως τον αριθμό και τη θέση των πυρήνων. Για τον λόγο αυτό είναι πρωτεύουσας σημασίας από οικονομική άποψη.

Με βάση το σχέδιο ακατέργαστου προϊόντος θα οριστεί στο χυτήριο η οικονομικότερη μέθοδος παραγωγής λαμβάνοντας υπόψιν τα παρακάτω κριτήρια του προϊόντος:

- πολυπλοκότητα
- ανοχές μάζας
- μάζα τεμαχίου
- μέγεθος παρτίδας
- υλικό χύτευσης

και σύμφωνα με διάφορους άλλους παράγοντες θα κατασκευαστεί ένα **επαναχρησιμοποιούμενο μοντέλο** για μέθοδο καταστρεφόμενου καλουπιού ή ένα

επαναχρησιμοποιούμενο καλούπι (μήτρα).

Και στις δύο μεθόδους είναι συχνή η χρήση πυρήνων προκειμένου για κενούς χώρους και επιφάνειες που δεν είναι δυνατόν να μορφοποιηθούν με το μοντέλο.

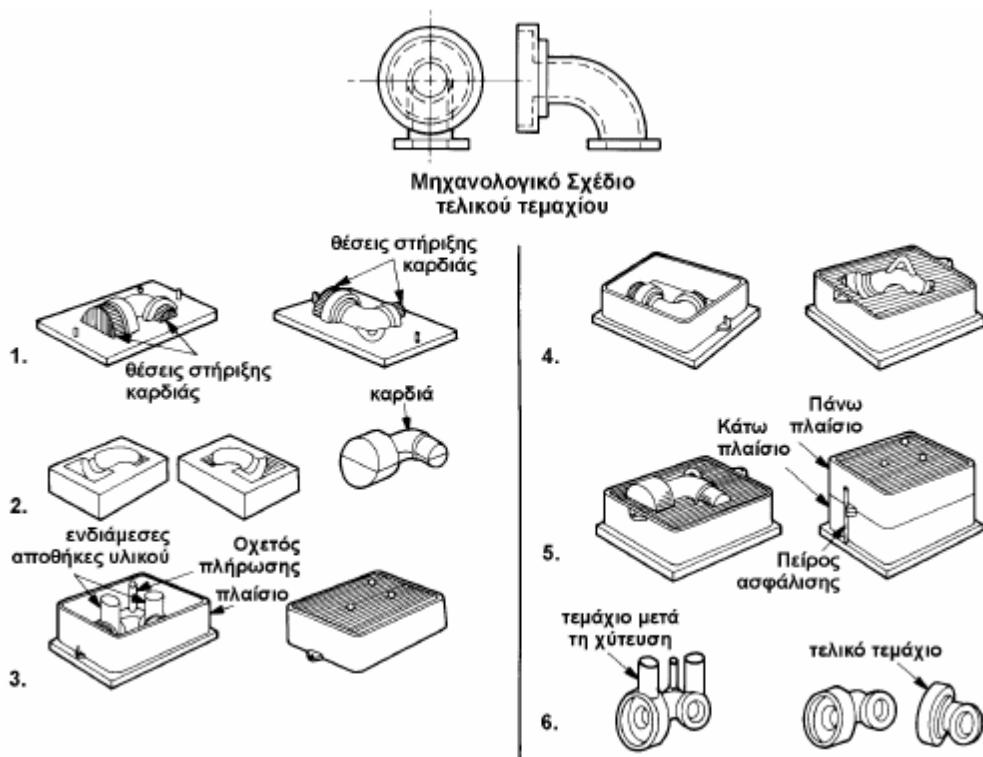
Υλικά για επαναχρησιμοποιούμενα μοντέλα είναι:

- ξύλο
- χυτορητίνη
- μέταλλο.

2.3 Χύτευση σε καλούπια μίας χρήσης

2.3.1 Χύτευση σε άμμο

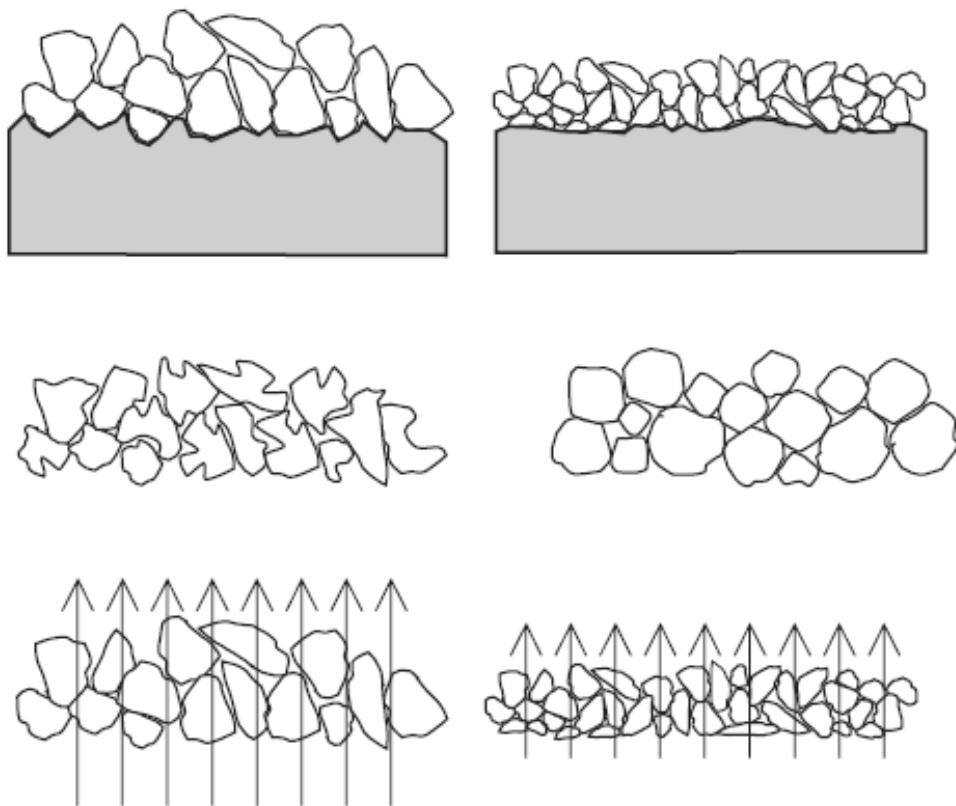
Για τη χύτευση σε άμμο χρησιμοποιείται φυσική ή συνθετική άμμος, η οποία είναι πυρίμαχο υλικό (πυρίπιο SiO_2). Συνήθως η τυπική άμμος που χρησιμοποιείται στα καλούπια είναι μείζη πυριτίου (90%), νερού (3%) και πηλού (7%). Η μείζη αυτή χρησιμοποιείται κατά κύριο λόγο όταν πρόκειται για χύτευση αντικειμένων μεγάλων διαστάσεων. Ένα παράδειγμα της χύτευσης σε άμμο, παρουσιάζεται στο σχήμα 2.4.



Σχήμα 2.4: Χύτευση σε άμμο [πηγή: Αντωνιάδης, Α. Θ. & Πανταζόπουλος, Γ. 2002, Μηχανουργική Τεχνολογία II – Κατεργασίες Διαμόρφωσης, ΟΕΔΒ, Αθήνα]

Το μέγεθος των κόκκων της άμμου, καθώς επίσης και το σχήμα τους, είναι πολύ σημαντικό, εφόσον καθορίζουν την ποιότητα του χυτού, την αντοχή του και τη διαπερατότητά του. Έτσι:

- μεγάλο μέγεθος κόκκων οδηγεί σε κακή ποιότητα επιφάνειας
- ανομοιόμορφο σχήμα κόκκων οδηγεί σε χυτό με μεγάλη αντοχή
- μεγάλο πλάτος κόκκων διασφαλίζει την καλύτερη διαπερατότητα, προκειμένου να επιτρέπεται πιο εύκολα η διαφυγή των αερίων που προκύπτουν κατά τη διάρκεια της ροής του μετάλλου (σχήμα 2.5).

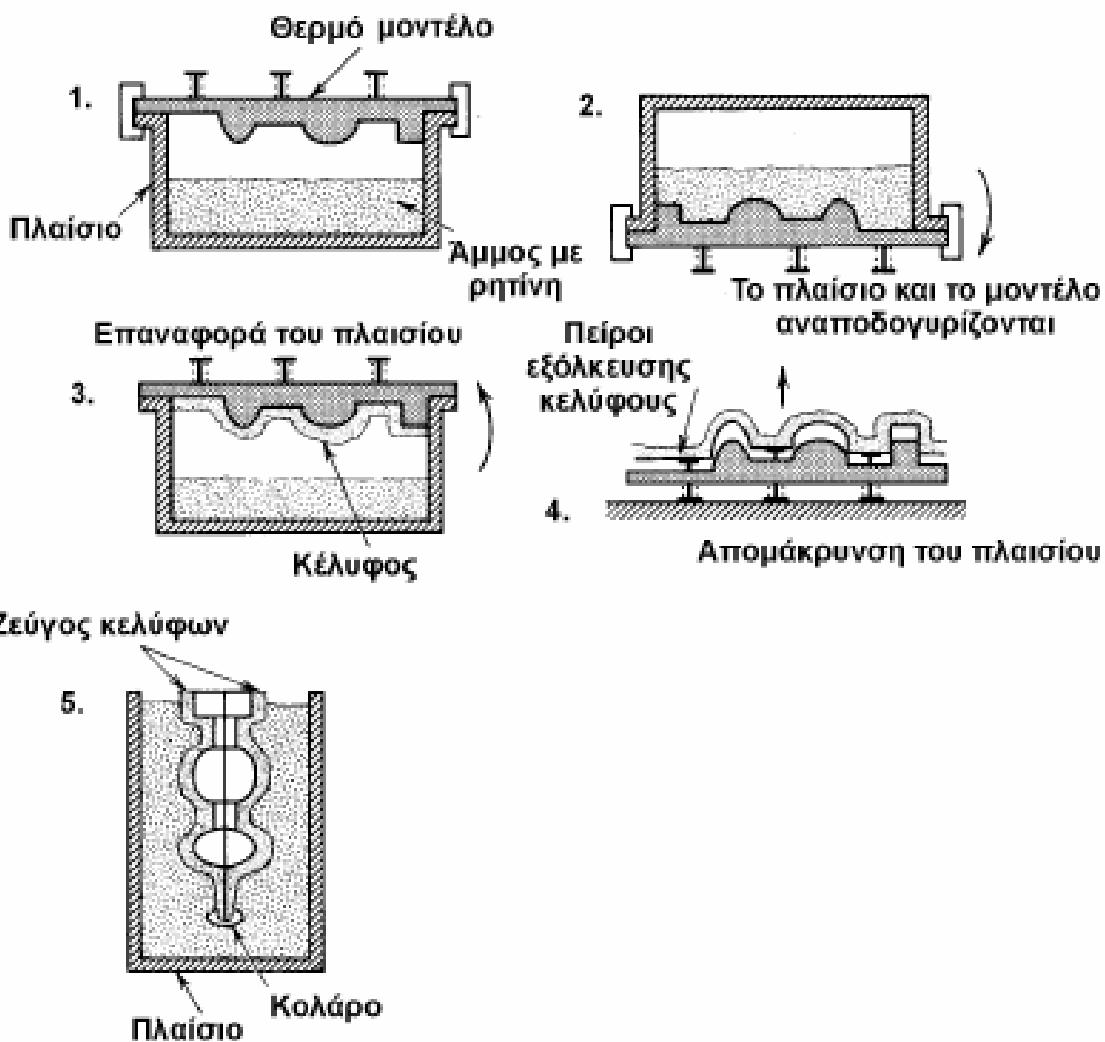


Σχήμα 2.5: Παρουσίαση άμμου για τις παραπάνω περιπτώσεις [Fritz, A. H. & Schulze, G. 2010, Fertigungstechnik, Springer-Verlag, Berlin]

2.3.2 Χύτευση κελύφους

Η μέθοδος αυτή αποδίδει καλό φινίρισμα επιφάνειας (έως 2,5 mm), καλή διαστατική ακρίβεια ($\pm 0,25$ mm) και είναι κατάλληλη για μαζική παραγωγή. Το διμερές μοντέλο που χρησιμοποιείται, είναι κατασκευασμένο από μέταλλο (πχ. αλουμίνιο ή χάλυβα), θερμαίνεται σε θερμοκρασία 175-270°C και επικαλύπτεται με κάποιο λιπαντικό (πχ. σπρέι σιλικόνης). Το καλούπτι φτιάχνεται από μείγη άμμου και θερμοσκληρυνόμενης ρητίνης. Η διαδικασία της χύτευσης αποτελείται από τα ακόλουθα στάδια (σχήμα 2.6):

- Το μείγμα άμμου και ρητίνης τοποθετείται σε ένα πλαίσιο, πάνω από το οποίο στερεώνεται το θερμό πρότυπο. Στη συνέχεια αναποδογυρίζεται το πλαίσιο, με αποτέλεσμα το μείγμα να πέφτει πάνω στο μοντέλο και εξαιτίας της θερμότητάς του να δημιουργείται από τη σκλήρυνση της άμμου και της ρητίνης ένα κέλυφος. Το συγκεκριμένο στάδιο μπορεί να επαναληφθεί, ανάλογα με το επιθυμητό πάχος κελύφους.
- Το πλαίσιο επαναφέρεται στην αρχική του θέση, η άμμος πέφτει και το κέλυφος παραμένει με το μοντέλο. Τοποθετούνται σε φούρνο, προκειμένου να εξασφαλιστεί η καλύτερη σκλήρυνση του κελύφους.
- Απομάκρυνση του κελύφους από το τα δύο μέρη του μοντέλου.
- Τα δύο κελύφη ενώνωνται και δημιουργείται το καλούπτι.
- Το καλούπτι τοποθετείται σε πλαίσιο με άμμο για την υποστήριξή του κατά τη χύτευση.
- Όταν γίνει η στερεοποίηση του μετάλλου, το κέλυφος σπαεί για να απομακρυνθεί το χυτό.



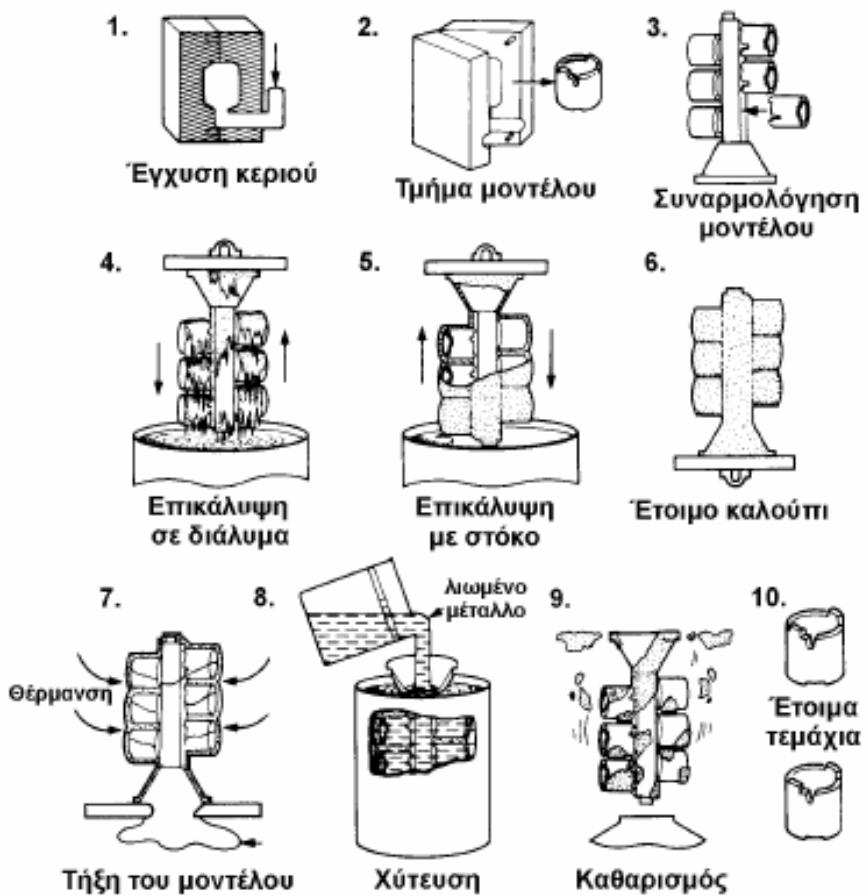
Σχήμα 2.6: Χύτευση κελύφους [πηγή: Αντωνιάδης, Α. Θ. & Πανταζόπουλος, Γ. 2002, *Μηχανουργική Τεχνολογία II – Κατεργασίες Διαμόρφωσης*, ΟΕΔΒ, Αθήνα]

Μειονέκτημα της μεθόδου αυτής αποτελεί το μεγάλο κόστος κατασκευής του μεταλλικού προτύπου. Το πεδίο εφαρμογής της χύτευσης κελύφους είναι η μαζική παραγωγή χυτών από χάλυβα, ελαφρύτερων των 10 kg.

2.3.3 Χύτευση με την τεχνική του χαμένου κεριού

Στην μέθοδο αυτή, το πρότυπο είναι κατασκευασμένο από κερί, το οποίο λιώνει κατά την κατασκευή του καλουπιού, προκειμένου να δημιουργηθεί η κοιλότητά του. Το στάδια της μεθόδου, όπως παρουσιάζονται και στο σχήμα 2.7, είναι τα ακόλουθα:

- Κατασκευή των τμημάτων του μοντέλου από διαιρούμενο καλούπι.
- Μετά την κατασκευή όλων των τμημάτων, συναρμολογείται το συνολικό μοντέλο χύτευσης.
- Γίνεται βύθιση του μοντέλου σε διάλυμα πυρίμαχων υλικών. Μετά την ξήρανση της επικάλυψης, επαναβυθίζεται το μοντέλο, προκειμένου να επιτευχθεί το επιθυμητό πάχος επικάλυψης.
- Ακολουθεί βύθιση σε στόκο.
- Το μοντέλο είναι έτοιμο και τοποθετείται σε φούρνο, όπου λιώνει το κερί και απομένει το καλούπι.
- Μετά το πέρας της χύτευσης αφαιρείται η επικάλυψη.



Σχήμα 2.7: Χύτευση με την τεχνική του χαμένου κεριού [πηγή: Αντωνιάδης, Α. Θ. & Πανταζόπουλος, Γ. 2002, Μηχανουργική Τεχνολογία II – Κατεργασίες Διαμόρφωσης, ΟΕΔΒ, Αθήνα]

Η συγκεκριμένη μέθοδος έχει αρκετά πλεονεκτήματα, όπως είναι η μεγάλη διαστατική ακρίβεια και η καλή ποιότητα επιφάνειας. Επίσης, ενδείκνυται για περίπλοκες γεωμετρίες αντικειμένων προς χύτευση, χρειάζεται ελάχιστη ή καθόλου περαιτέρω κατεργασία και τέλος το κερί μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί. Μειονέκτημα αποτελεί το υψηλό κόστος της μεθόδου, καθώς και το ότι απαιτεί μεγάλη εξειδίκευση.

2.4 Χύτευση σε καλούπτια πολλαπλών χρήσεων

2.4.1 Χύτευση σε μόνιμο καλούπτιο

Στη συγκεκριμένη μέθοδο, το καλούπτιο είναι κατασκευασμένο από μέταλλο, συνήθως από χυτοσίδηρο, χάλυβα ή γενικώς πυρίμαχα υλικά. Το καλούπτιο είναι χωρισμένο σε δύο τμήματα και ανοιγοκλείνει με μηχανικό τρόπο. Η παροχή του μετάλλου γίνεται με βαρύτητα. Και αυτή η μέθοδος έχει καλή διαστατική ακρίβεια και καλό φινίρισμα επιφάνειας, ενώ παράγονται χυτά με μεγάλη αντοχή. Υπάρχει η δυνατότητα να γίνει αυτοματοποίηση της μεθόδου, αλλά ενδείκνυται για παραγωγή χυτών με απλή γεωμετρία.

2.4.2 Χύτευση σε μήτρα

Σε αυτήν τη μέθοδο ασκείται πίεση σε λιωμένο μέταλλο που βρίσκεται μέσα σε ένα δοχείο και έτσι γεμίζει η κοιλότητα μιας μήτρας, η οποία είναι παρακείμενη του δοχείου. Η ποιότητα της επιφάνειας και η μεγάλη αντοχή του χυτού καθιστούν περιπτή (τις περισσότερες φορές) την περαιτέρω επεξεργασία του χυτού. Η μέθοδος χωρίζεται σε δύο διαφορετικούς τύπους, στη μέθοδο θερμού θαλάμου και στη μέθοδο ψυχρού θαλάμου. Στην πρώτη περίπτωση το

λιωμένο μέταλλο βρίσκεται σε θερμό θάλαμο μέσα στη μηχανή χύτευσης, ενώ στη δεύτερη το λιωμένο μέταλλο βρίσκεται εκτός της μηχανής χύτευσης. Στο σχήμα 2.8 παρουσιάζονται οι δύο τύποι της μεθόδου.

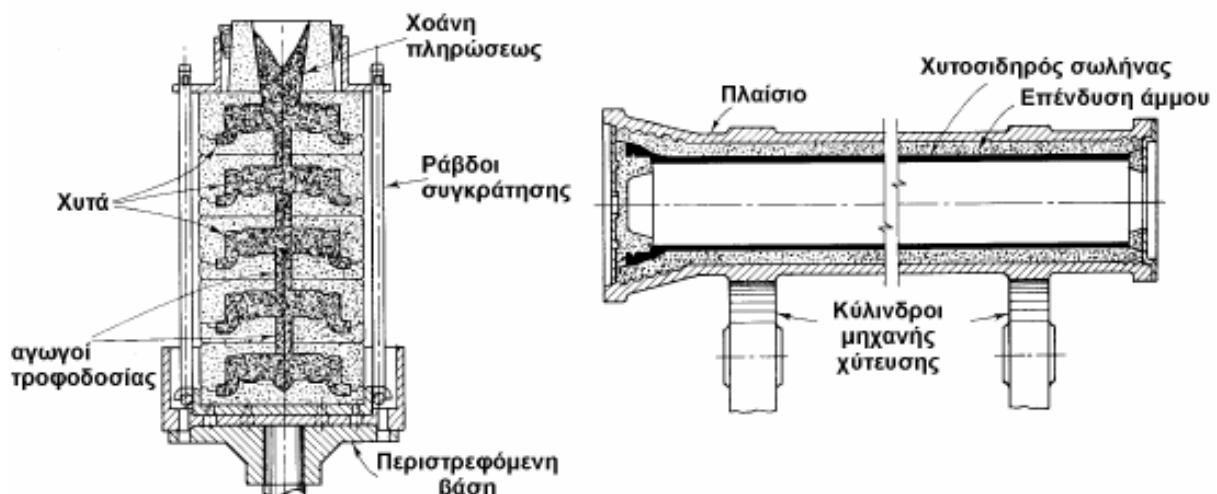
Η μέθοδος της χύτευσης σε μήτρα έχει υψηλή παραγωγικότητα, προσφέρει υψηλή ποιότητα επιφάνειας και μεγάλη μηχανική αντοχή.



Σχήμα 2.8: Χύτευση σε μήτρα [πηγή: Αντωνιάδης, Α. Θ. & Πανταζόπουλος, Γ. 2002, Μηχανουργική Τεχνολογία II – Κατεργασίες Διαμόρφωσης, ΟΕΔΒ, Αθήνα]

2.4.3 Φυγοκεντρική χύτευση

Στη φυγοκεντρική χύτευση λιωμένο μέταλλο χύνεται σε ένα μόνιμο περιστρεφόμενο καλούπι, με σταθερή παροχή. Οι φυγοκεντρικές δυνάμεις αναγκάζουν το μέταλλο να προσκολλήσει στα τοιχώματα του καλουπιού, όπως παρουσιάζεται στο σχήμα 2.9. Όσο μεγαλύτερη είναι η παροχή μετάλλου, τόσο αυξάνει το πάχος του τοιχώματος που δημιουργείται. Δημιουργούνται έτσι εσωτερικές κοιλότητες χωρίς τη χρήση πυρήνα. Πλεονεκτήματα της μεθόδου είναι το χαμηλό κόστος καθώς επίσης και η καλή ποιότητα του χυτού.



Σχήμα 2.9: Κατακόρυφη και οριζόντια φυγοκεντρική χύτευση [πηγή: Αντωνιάδης, Α. Θ. & Πανταζόπουλος, Γ. 2002, Μηχανουργική Τεχνολογία II – Κατεργασίες Διαμόρφωσης, ΟΕΔΒ, Αθήνα]

2.4.4 Χύτευση με χαμηλή πίεση

Η μέθοδος αυτή είναι παρόμοια με τη χύτευση σε μόνιμο καλούπι. Στη συγκεκριμένη περίπτωση το λιωμένο μέταλλο βρίσκεται σε θερμαινόμενο δοχείο και αναγκάζεται να εισέλθει στο καλούπι λόγω πίεσης. Η πίεση εξακολουθεί να ασκείται μέχρι τη στερεοποίηση του μετάλλου. Η χύτευση με χαμηλή πίεση παράγει αντικείμενα με μέση ποιότητα επιφάνειας, αλλά ικανοποιητική διαστατική ακρίβεια.

2.5 Προβλήματα κατά τη χύτευση

Πιθανά σφάλματα στην κατασκευή του καλουπιού, στη σχεδίαση του μοντέλου και των πυρήνων, καθώς και στην τοποθέτηση των οχετών εισόδου και των ενδιάμεσων αποθηκών υλικού, οδηγούν στη δημιουργία αστοχιών στα χυτά όπως είναι:

- **Ρωγμές** που δημιουργούνται κατά την ψύξη του χυτού λόγω συστολής.
- **Εγκλείσματα** από οξείδια που παραμένουν στο χυτό.
- **Σπηλαιώσεις** που δημιουργούνται λόγω αερίων στο μέταλλο κατά τη στερεοποίηση.
- **Ασυνέχειες** στο χυτό.

3. Εισαγωγή στο τεχνικό σχέδιο για τη χύτευση

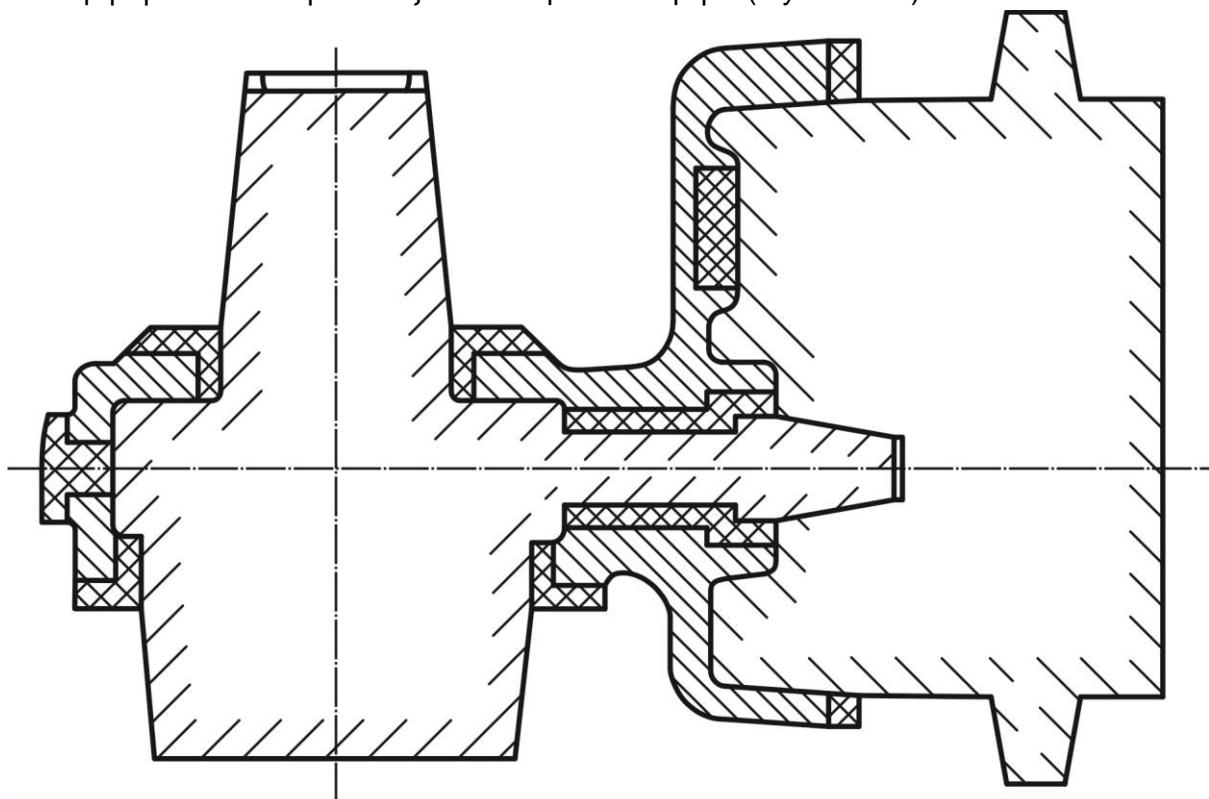
3.1 Η σημασία των τεχνικών σχεδίων χύτευσης

Με τον όρο τεχνικά σχέδια χύτευσης εννοούνται τα σχέδια, τα οποία απαιτούνται για την κατασκευή ενός χυτού. Είναι επομένως σχέδια για χύτευση σε καλούπια πολλαπλών χρήσεων, σε καλούπια μίας χρήσης, για επαναχρησιμοποιούμενα ή καταστρεφόμενα μοντέλα και αποτελούν ένα βοηθητικό μέσο για την προετοιμασία της κατεργασίας. Τα τεχνικά σχέδια χύτευσης διακρίνονται σε τρεις βασικές κατηγορίες: τα σχέδια διάταξης του μοντέλου, τα σχέδια δομής χύτευσης και τα σχέδια του καλουπιού.

3.2 Σχέδια διάταξης (κατασκευής) μοντέλου

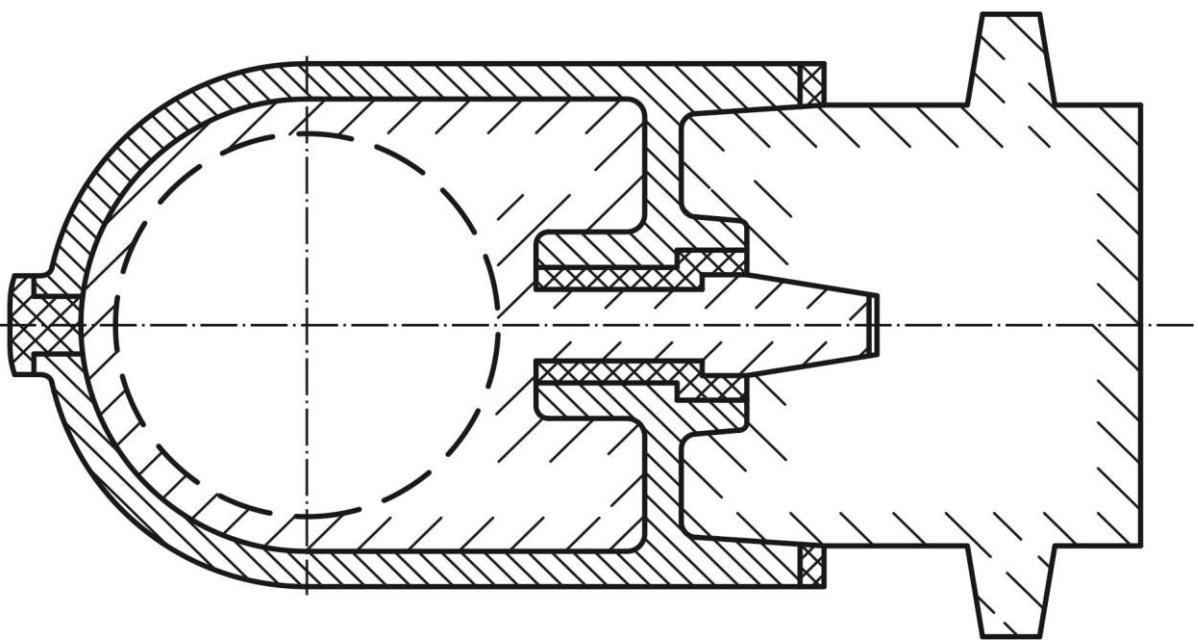
Τα **σχέδια διάταξης του μοντέλου** - ή αλλιώς τα **σχέδια κατασκευής του μοντέλου** - αποτελούν την πρώτη κατηγορία τεχνικών σχεδίων χύτευσης και φέρουν όλα τα στοιχεία για τον καθορισμό των τεχνικών χαρακτηριστικών του. Παραδείγματα τέτοιων στοιχείων είναι η διάτμηση του καλουπιού και του μοντέλου, η χρήση πυρήνα και οι ανοχές περαιτέρω κατεργασιών. Αυτή η κατηγορία σχεδίου αποτελεί τη σημαντικότερη βάση για τον καθορισμό των τεχνικών χαρακτηριστικών της διάταξης του μοντέλου. Το σχέδιο διάταξης μοντέλου παρουσιάζεται σαν χυτό μαζί με τον τοποθετημένο πυρήνα.

Το σχήμα 3.1 αποτελεί ένα παράδειγμα σχεδίου διάταξης, όπου απεικονίζονται: το μοντέλο (με πυκνή διαγράμμιση), οι ανοχές περαιτέρω κατεργασιών (με διπλή διαγράμμιση) και η χρήση δύο πυρήνων (με περιφερειακή αραιή διαγράμμιση). Επιπλέον παρουσιάζεται η διάτμηση του μοντέλου και των δύο πυρήνων, που στην προκειμένη περίπτωση συμπίπουν. Η διάτμηση είναι κάθετη στον άξονα του πρώτου πυρήνα (x-y επίπεδο).



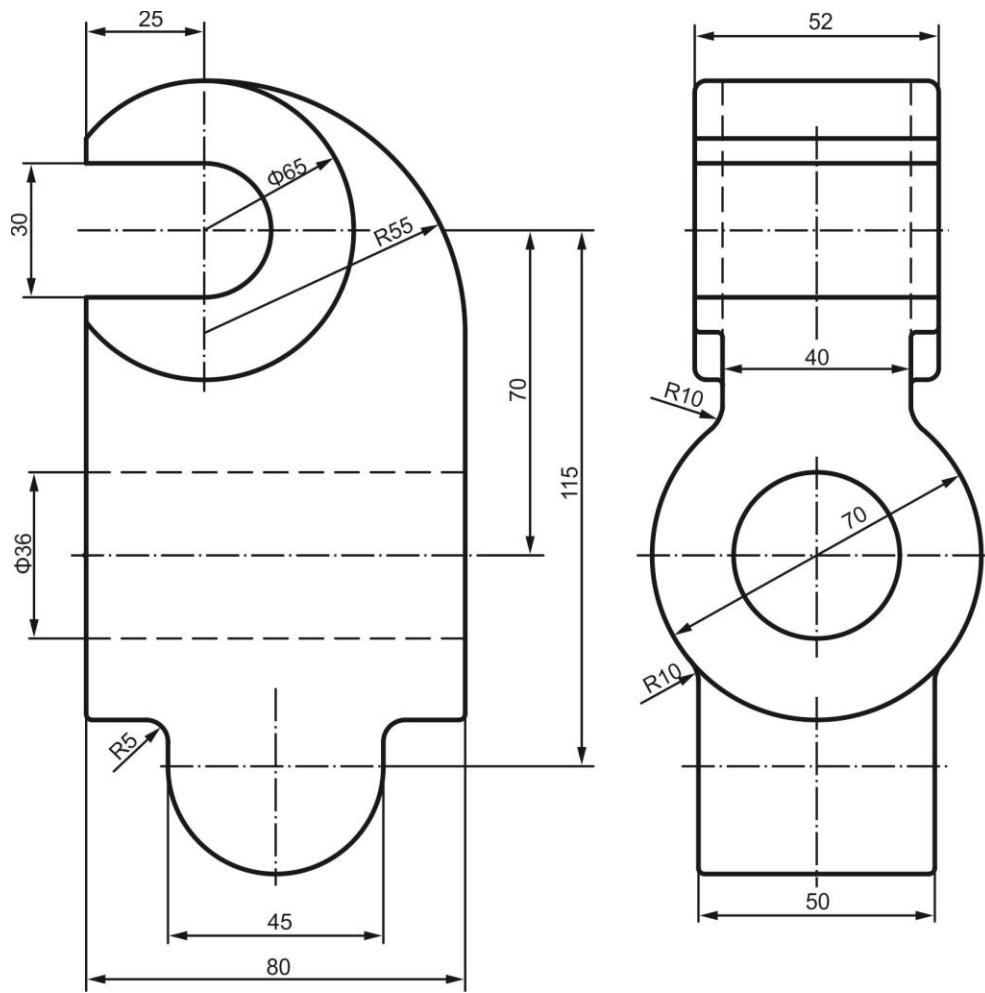
Σχήμα 3.1: Σχέδιο διάταξης μοντέλου για κιβώτιο οδοντοτόνων τροχών γωνιακής μετάδοσης.
Πιθανή διάτμηση μοντέλου α: συμπίπτει με τη διάτμηση του πυρήνα

Στο σχήμα 3.2 παρουσιάζεται ένα σχέδιο διάταξης για το ίδιο μοντέλο, με διαφορετική διάτμηση μοντέλου και πυρήνα, (x-z επίπεδο).

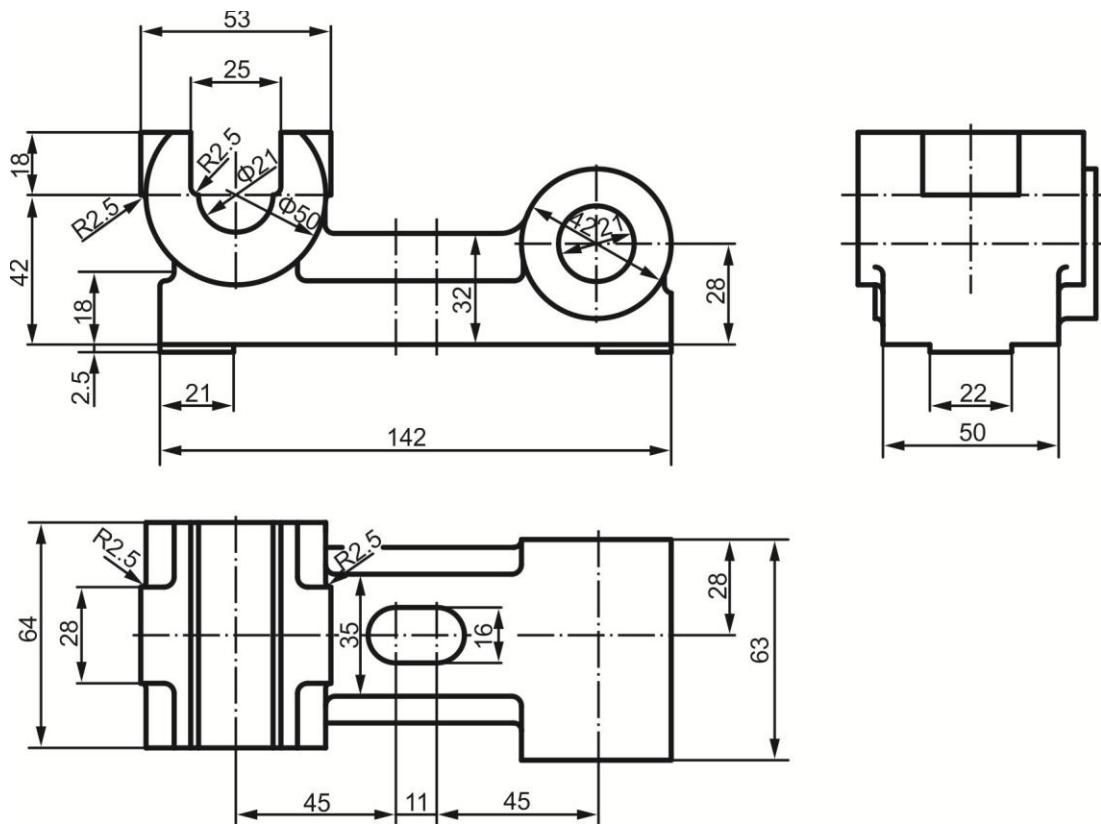


Σχήμα 3.2: Σχέδιο διάταξης μοντέλου για κιβώτιο οδοντοτών τροχών γωνιακής μετάδοσης.
Πιθανή διάταξη μοντέλου β: περιορισμένοι τρόποι απομάκρυνσης του μοντέλου

Ασκήσεις:



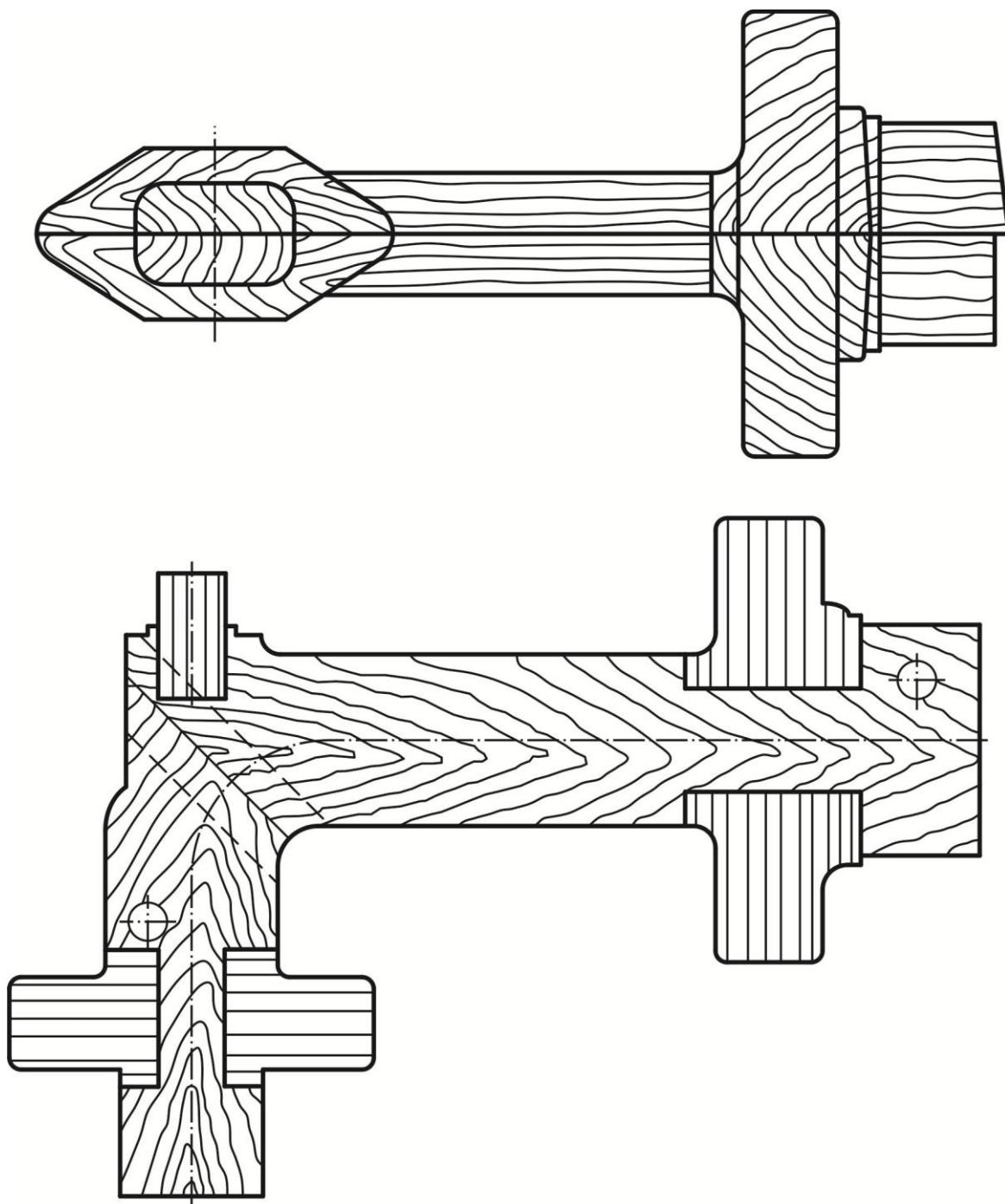
Σχήμα 3.3: Κονσόλα



Σχήμα 3.4: Σύστημα διπλής έδρασης

3.3 Σχέδια δομής μοντέλου

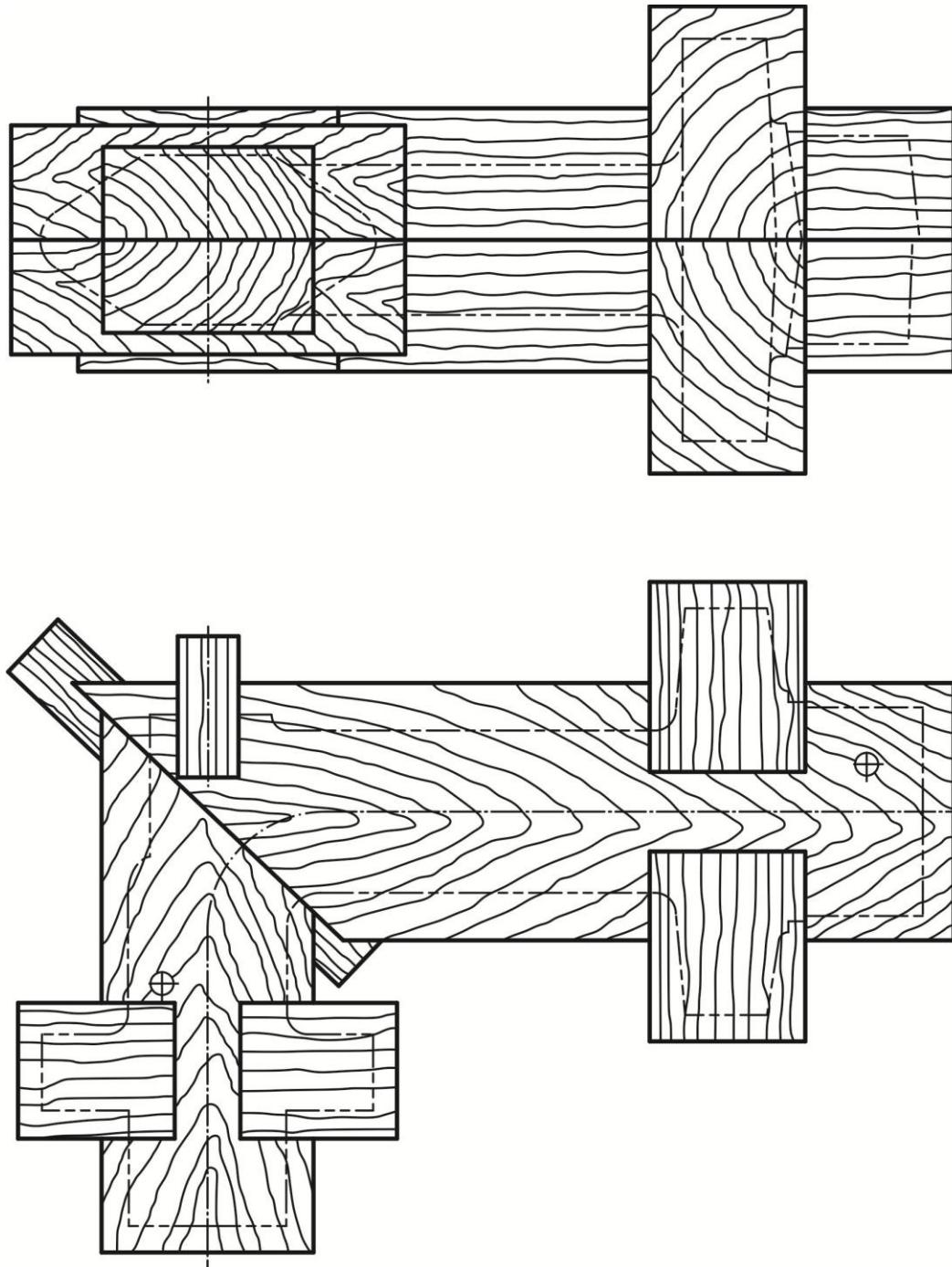
Τα **σχέδια δομής μοντέλου** αποτελούν τη δεύτερη κατηγορία τεχνικών σχεδίων χύτευσης και φέρουν τα στοιχεία για την προετοιμασία του υλικού από το οποίο θα κατασκευαστεί το μοντέλο. Μπορεί να πρόκειται παραδείγματος χάριν, ανάλογα με το υλικό, για σχέδια που παρουσιάζουν ξύλινη δομή, δομή από συνθετική ρητίνη ή μεταλλική δομή. Η παρασκευή των σχεδίων δομής μοντέλου, εν αντιθέσει με τα σχέδια διάταξης (κατασκευής) του μοντέλου, δεν είναι πάντα αναγκαία.



Σχήμα 3.5: Σχέδιο δομής μοντέλου – κατεργασμένο τεμάχιο

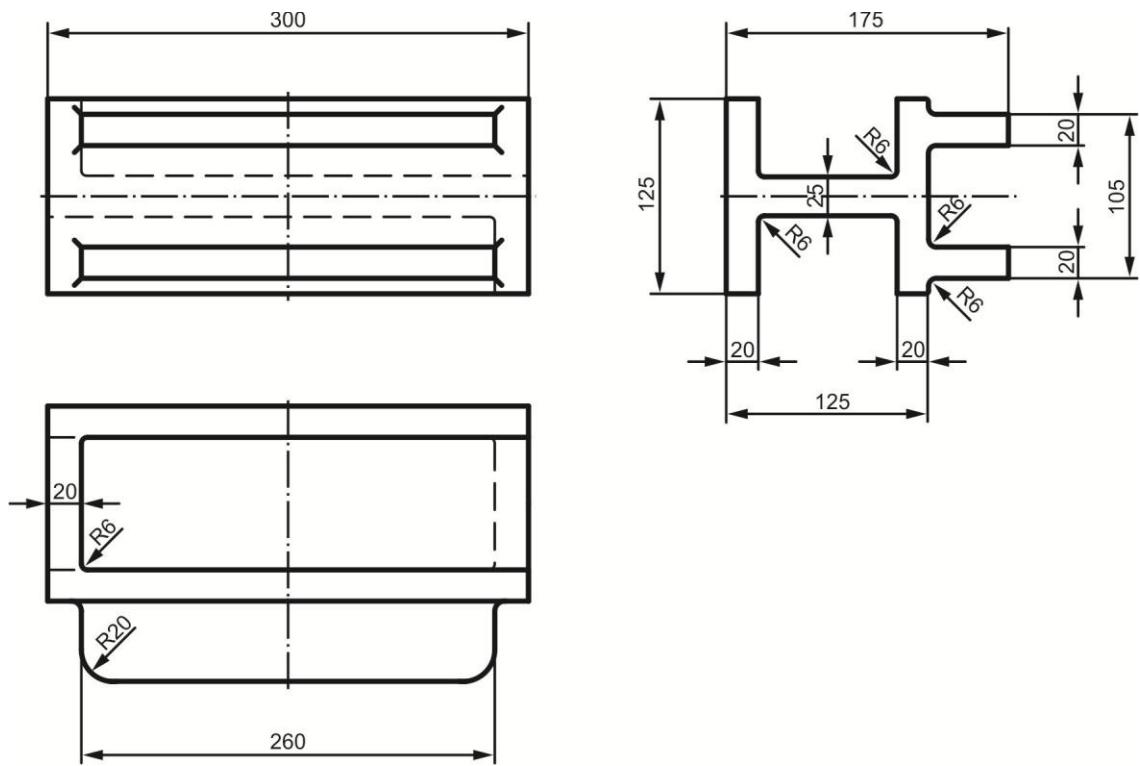
Στο σχήμα 3.5 παρουσιάζεται το περίγραμμα ενός κατεργασμένου μοντέλου από ξύλο. Διακρίνονται οι ενώσεις (με κόλλα) και τα «νερά» του ξύλου. Στο πρώτο σχέδιο (πρόσωφη) φαίνεται η διάτμηση του μοντέλου και στο δεύτερο σχέδιο φαίνεται η επιφάνεια της διάτμησης του μοντέλου (σε κάτοψη).

Στο σχήμα 3.6 παρουσιάζεται το σχέδιο δομής για το μοντέλο του σχήματος 3.5, σε ακατέργαστη μορφή. Με τη λεπτή διπλή αξονική γραμμή καθορίζονται τα μέρη του υλικού, που θα αφαιρεθούν από το μοντέλο για να προκύψει η τελική μορφή του (σχήμα 3.5). Όπως και στο κατεργασμένο μοντέλο, διακρίνονται οι ενώσεις, τα «νερά» του ξύλου, η διάτμηση του μοντέλου και η επιφάνεια της διάτμησης.

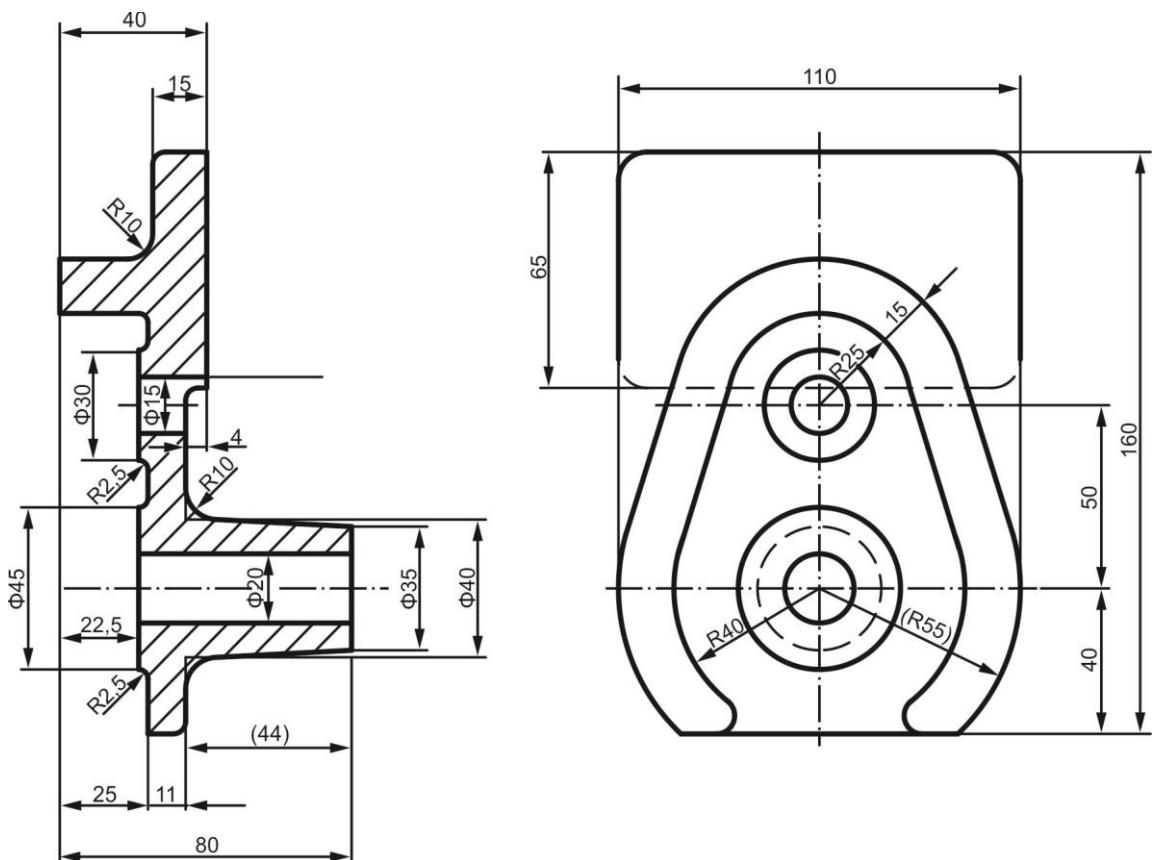


Σχήμα 3.6: Σχέδιο δομής μοντέλου – ακατέργαστο τεμάχιο

Ασκήσεις:



Σχήμα 3.7: Κονσόλα

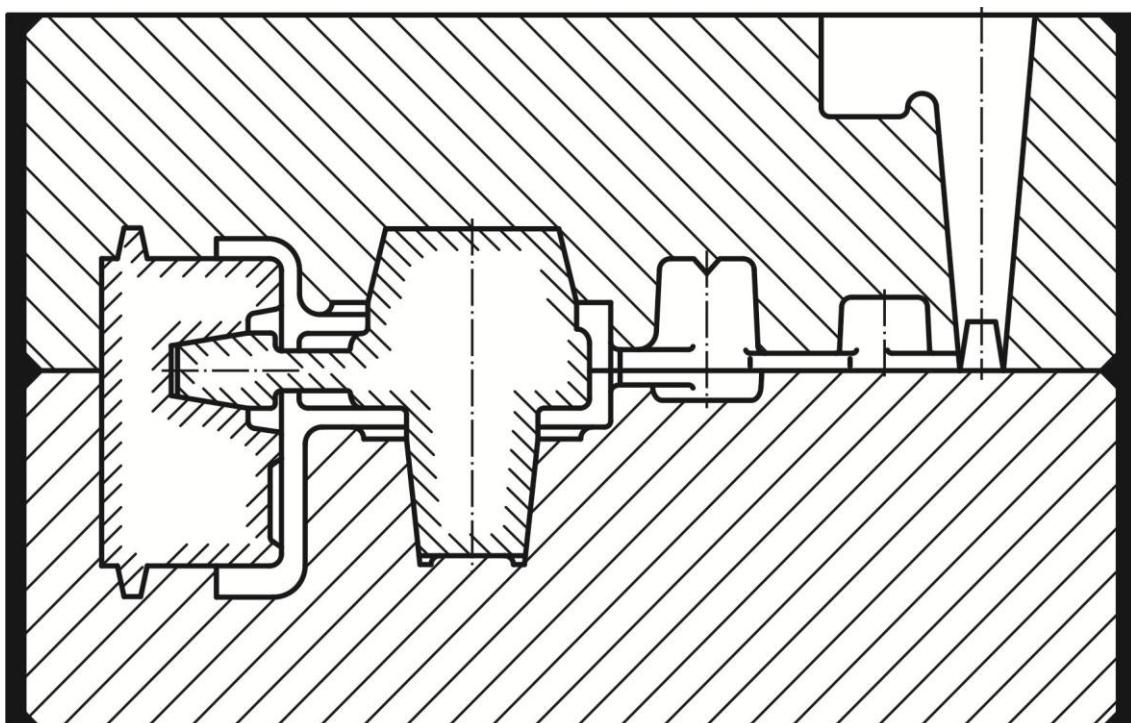


Σχήμα 3.8: Έδρανο

3.4 Σχέδια καλουπιού

Η τρίτη κατηγορία τεχνικών σχεδίων είναι τα **σχέδια καλουπιού**. Όταν πρόκειται για καλούπια μίας χρήσης (όπως τα καλούπια από άμμο), τα σχέδια καλουπιού περιορίζονται στην πράξη στις πολύπλοκες περιπτώσεις της χύτευσης χειρός. Στη μηχανική χύτευση, ο βασικός σκοπός των σχεδίων καλουπιού είναι, να καθοριστεί η θέση του οχετού πλήρωσης και των ενδιάμεσων αποθηκών υλικού.

Ένα παράδειγμα σχεδίου καλουπιού παρουσιάζεται στο σχήμα 3.9. Το καλούπι είναι διμερές και διακρίνεται η διάτμησή του. Παρουσιάζεται διαγραμμισμένο, προκειμένου να υποδηλωθούν τα σημεία παρουσίας του υλικού από το οποίο είναι κατασκευασμένο. Στο δεξί μέρος του σχεδίου βρίσκεται ο οχετός πλήρωσης, μέσω του οποίου θα γίνει η έγχυση του υλικού. Στη συνέχεια διακρίνονται δύο ενδιάμεσες αποθήκες υλικού, διαφορετικής μορφολογίας, καθώς επίσης δύο πυρήνες (καρδίες) με περιφερειακή διαγράμμιση και το αποτύπωμα του μοντέλου μετά την απομάκρυνσή του (χωρίς διαγράμμιση).



Σχήμα 3.9: Σχέδιο καλουπιού για κιβώτιο οδοντοτόνων τροχών γωνιακής μετάδοσης

4. Κανόνες για το τεχνικό σχέδιο χύτευσης

4.1 Σχέδια διάταξης μοντέλου

4.1.1 Σχέδια προβολής μοντέλου

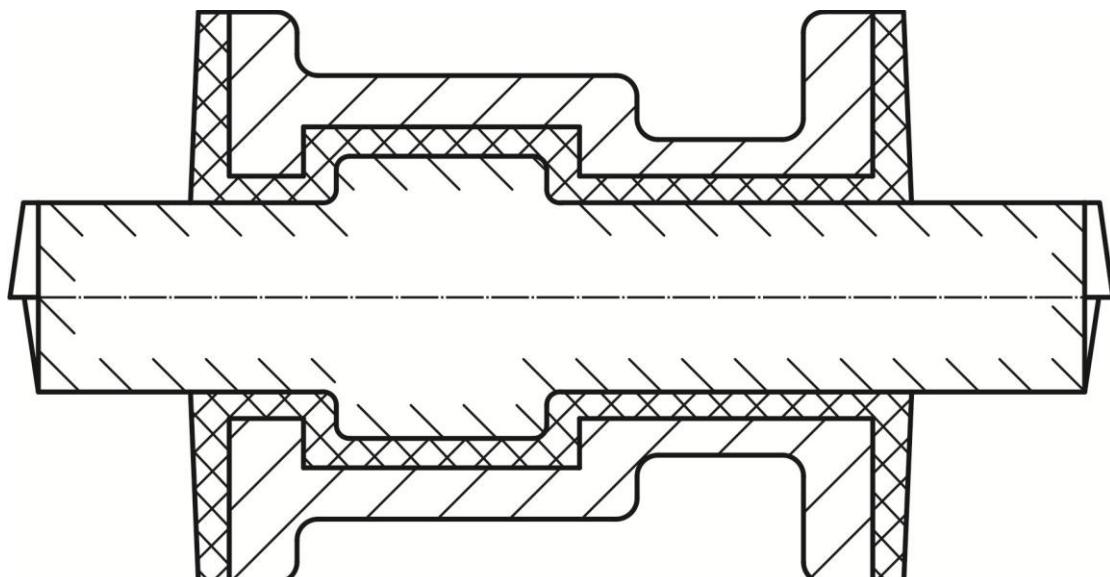
Τα σχέδια προβολής μοντέλου είναι παρόμοια με τα σχέδια διάταξης (κατασκευής) μοντέλου. Δεν αποτελούν όμως τεχνικά σχέδια, αλλά προβολή των όψεων, τομών και λεπτομερειών πάνω σε επιφάνειες από ξύλο ή μέταλλο.

Τα σχέδια αυτά παρουσιάζουν τις ακόλουθες διαφορές σε σχέση με τα σχέδια διάταξης:

- Είναι εμφανείς οι ανοχές περαιτέρω κατεργασιών (το μέτρο αφαίρεσης υλικού).
- Η κλίμακα του σχεδίου είναι 1:1.
- Η σχεδίαση γίνεται χωρίς πάχη γραμμών.

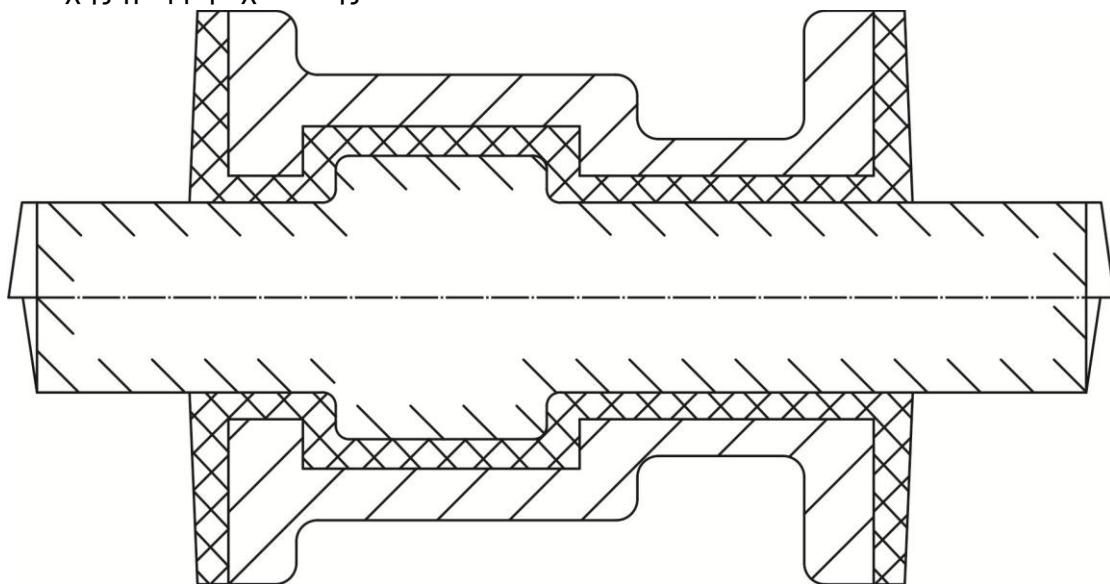
Όταν πρόκειται για απλά μοντέλα, ο κατασκευαστής περιορίζεται στην κατασκευή του σχεδίου διάταξης μοντέλου. Για σύνθετα μοντέλα απαιτείται και το σχέδιο προβολής. Το περίγραμμα του χυτού, μαζί με τους πυρήνες και όλες τις τεχνικές λεπτομέρειες χύτευσης σχεδιάζεται πάνω στην επιφάνεια με γραφίδα χάραξης. Τα σχέδια μοντέλων μικρού μεγέθους σχεδιάζονται πάνω σε σκληρό ξύλο, ενώ όταν πρόκειται για μεγάλα μοντέλα, η σχεδίαση γίνεται πάνω σε κόντρα πλακέ.

Στο σχήμα 4.1 και στο σχήμα 4.2 παρουσιάζεται το σχέδιο διάταξης μοντέλου και το σχέδιο προβολής μοντέλου για το ίδιο αντικείμενο. Διακρίνεται το μοντέλο με αραιή διαγράμμιση, η περιοχή περαιτέρω κατεργασίας με διπλή διαγράμμιση και ενσωματωμένος ο πυρήνας. Στο σχέδιο διάταξης μοντέλου χρησιμοποιούνται κατά τη σχεδίαση διαφορετικά πάχη γραμμών και σε ειδικές περιπτώσεις η σχεδίαση γίνεται υπό κλίμακα.



Σχήμα 4.1: Σχέδιο διάταξης μοντέλου

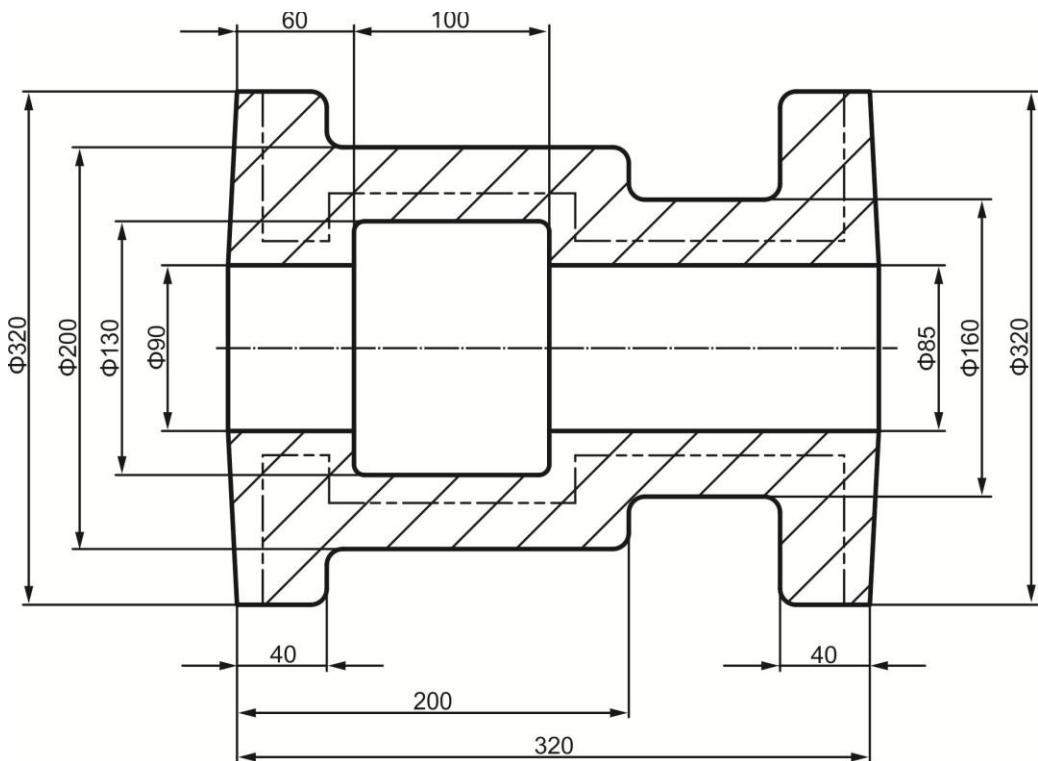
Στο σχέδιο προβολής μοντέλου (σχήμα 4.2) παρουσιάζεται το μοντέλο με τον ενσωματωμένο πυρήνα, χωρίς να έχουν χρησιμοποιηθεί διαφορετικά πάχη γραμμών, αλλά μόνο η λεπτή συνεχής γραμμή σχεδίασης.



Σχήμα 4.2: Σχέδιο προβολής μοντέλου

4.1.2 Σχέδιο ακατέργαστου τεμαχίου

Σε πολλές μονάδες παραγωγής χρησιμοποιούνται τα σχέδια ακατέργαστου τεμαχίου. Η συγκεκριμένη κατηγορία σχεδίων παρουσιάζει το χυτό μαζί με πις ανοχές κατεργασίας και κατά περίπτωση τον οχετό πλήρωσης και τις ενδιάμεσες αποθήκες υλικού. Στο σχέδιο διάταξης μοντέλου εμπεριέχεται και το περίγραμμα του ακατέργαστου κομματιού.



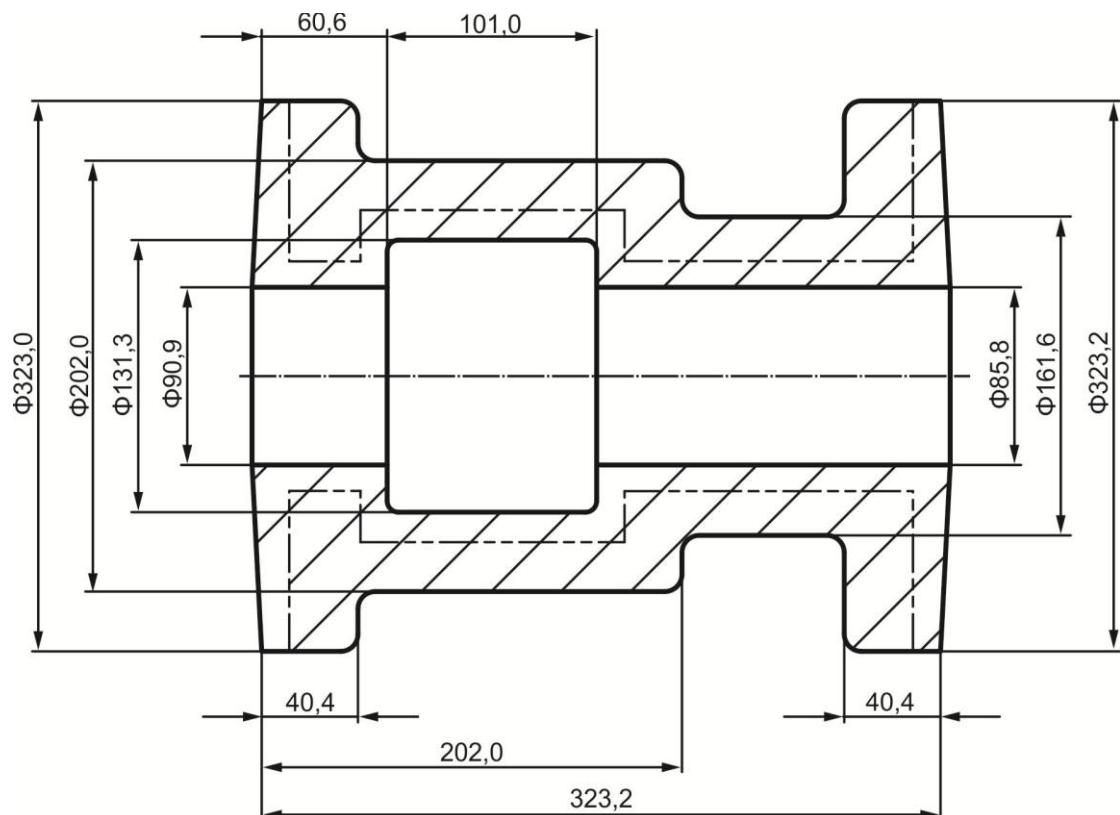
Σχήμα 4.3: Σχέδιο ακατέργαστου τεμαχίου

Στο σχήμα 4.3 παρουσιάζεται το σχέδιο ακατέργαστου τεμαχίου για το αντικείμενο της παραπάνω περίπτωσης. Στο σχέδιο αυτό φαίνονται όλες οι διαστάσεις του μοντέλου και οριοθετούνται με λεπτή διπλή αξονική γραμμή οι περιοχές περαιτέρω κατεργασίας.

4.1.3 Σχέδιο περαιτέρω κατεργασίας (αφαίρεσης υλικού)

Σε καλούπια πολλαπλών χρήσεων λαμβάνεται υπόψιν, ότι το μέτρο αφαίρεσης υλικού δεν έχει την ίδια τιμή σε όλα τα σημεία του χυτού. Συνεπώς, σαν βάση για τα σχέδια καλουπιού, το σχέδιο ανοχής κατεργασίας θα κατασκευαστεί με τροποποιημένες τις κανονικές διαστάσεις σύμφωνα με το μέτρο αφαίρεσης υλικού (π.χ. 303,0 mm αντί 300 mm + 1%).

Στο σχήμα 4.4 παρουσιάζεται το ίδιο μηχανολογικό σχέδιο με το σχήμα 4.3. Η διαφορά βρίσκεται στην αναγραφή των διαστάσεων, στις οποίες έχει συμπεριληφθεί το ποσοστό του μέτρου αφαίρεσης υλικού (π.χ. 60,6 αντί 60).

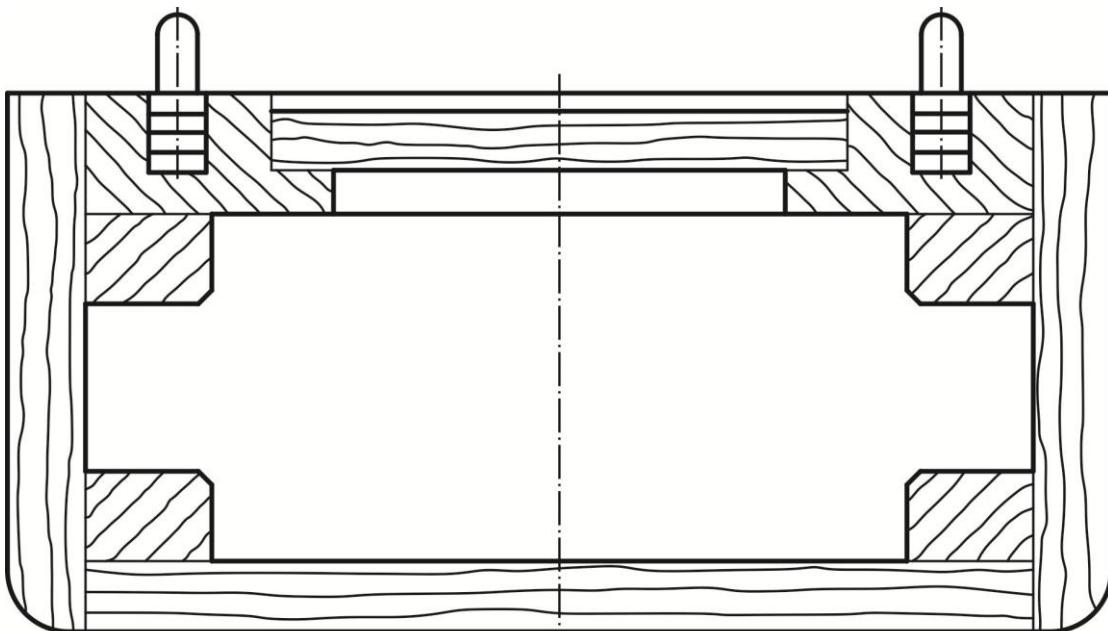


Σχήμα 4.4: Σχέδιο περαιτέρω κατεργασίας

4.2 Σχέδιο δομής

Τα σχέδια δομής μοντέλου αποτελούν τη βάση για την ανάπτυξη μιας διάταξης μοντέλου και αντλούνται πληροφορίες για τη μορφή του μοντέλου, της πλάκας μοντέλου ή του πλαισίου του πυρήνα.

Ένα παράδειγμα σχεδίου δομής, παρουσιάζεται στο σχήμα 4.5 και αποτελεί σχέδιο δομής για μοντέλο από ξύλο. Τα σχέδια αυτά εφαρμόζονται σε μοντέλα μεγάλου μεγέθους και ειδικά όταν πρόκειται για μοντέλα με συνδεόμενα κομμάτια ξύλου ή στην περίπτωση κοίλης κατασκευής. Στο σχέδιο φαίνονται τα διάφορα τμήματα που αποτελούν το μοντέλο, τα σημεία των ενώσεων, καθώς επίσης και τα «νερά» του ξύλου. Τέλος, το σχέδιο δομής ξύλινου μοντέλου παρουσιάζεται είτε σαν ακατέργαστο είτε σαν κατεργασμένο τεμάχιο.



Σχήμα 4.5: Σχέδιο δομής ξύλινου μοντέλου

4.2.1 Σχέδια δομής για διατάξεις μοντέλου από ξύλο

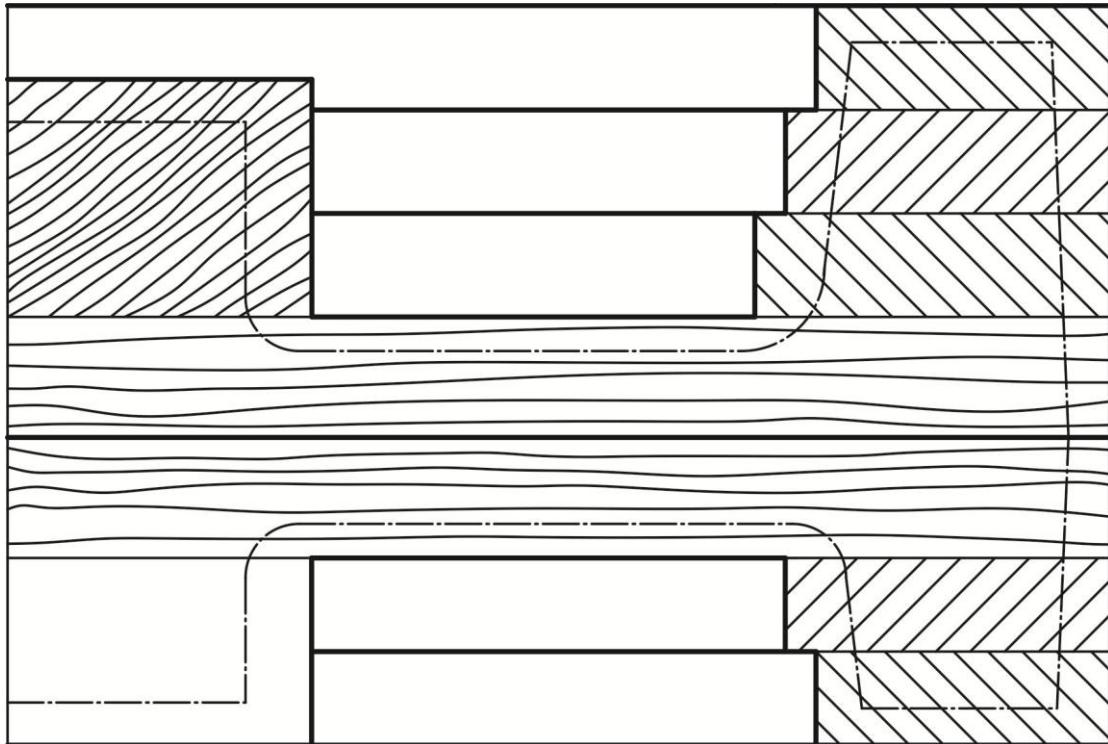
Οι διατάξεις μοντέλου από ξύλο αποτελούνται από το πρότυπο, το πλαίσιο του πυρήνα και τα stencil. Προκειμένου να πληρούν τις ανάγκες επεξεργασίας τα σχέδια αυτά, όπως πχ. την επεξεργασία και τη σύνδεση των ξύλων, πρέπει να απεικονίζουν τις παρακάτω ιδιαιτερότητες:

- Να είναι εμφανή τα «νερά» του ξύλου.
- Στην αναπαράσταση τομών, αντί για διαγράμμιση, πρέπει να σχεδιάζονται τα «νερά» του ξύλου.
- Η εγκάρσια και η διαμήκης τομή του ξύλου των διαφόρων όψεων θα πρέπει να συμφωνούν με τη διάταξη του μοντέλου.

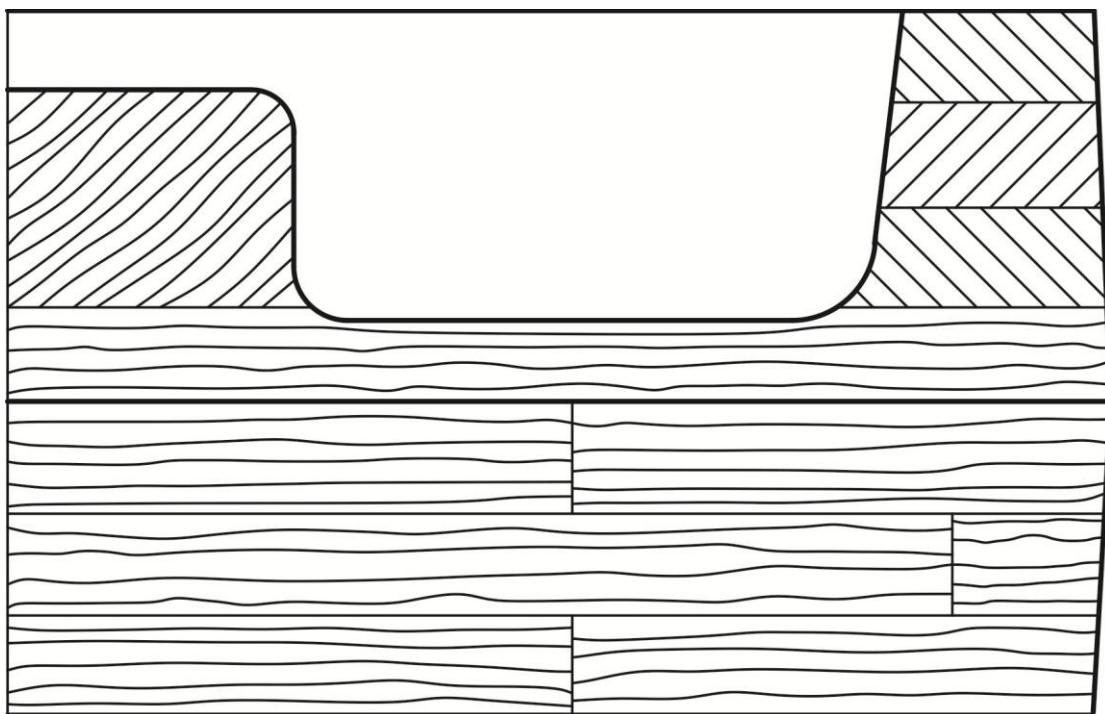
Ένα παράδειγμα των σχεδίων δομής για διατάξεις μοντέλου από ξύλο, αποτελούν τα σχήματα 4.6 έως 4.8.

Το σχήμα 4.6 παρουσιάζει ένα σχέδιο δομής μοντέλου ακατέργαστου τεμαχίου σε τομή. Με παχειά συνεχή γραμμή αποτυπώνεται το περίγραμμα του ακατέργαστου μοντέλου και με λεπτή αξονική γραμμή αποτυπώνεται το περίγραμμα του έτοιμου προτύπου. Η χρησιμότητα του συγκεκριμένου τύπου σχεδίου, έγκειται στο γεγόνος ότι εξυπηρετεί τη δημιουργία της λίστας των τεμαχίων του ξύλου, που απαιτούνται για την κατασκευή του μοντέλου. Τέλος,

διακρίνεται με παχειά συνεχή γραμμή η επιφάνεια διάτμησης του μοντέλου και με λεπτή συνεχή γραμμή η επιφάνειες συγκόλλησης των ξύλων.



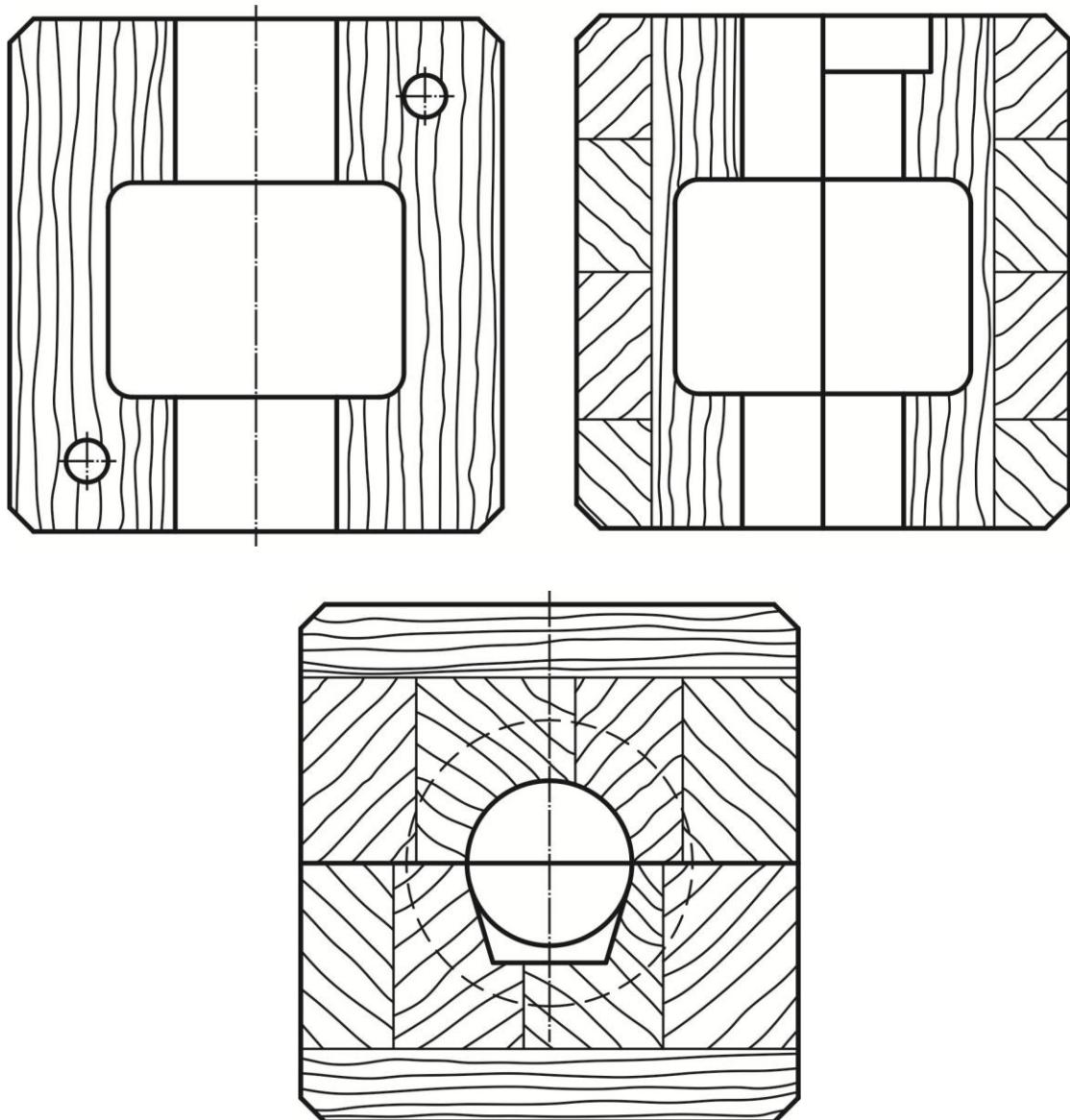
Σχήμα 4.6: Σχέδιο δομής μοντέλου ακατέργαστου τεμαχίου, σε τομή



Σχήμα 4.7: Σχέδιο δομής μοντέλου κατεργασμένου τεμαχίου, σε τομή

Αντίστοιχα, στο σχήμα 4.7, παρουσιάζεται το σχέδιο δομής μοντέλου του έτοιμου τεμαχίου σε τομή, το οποίο παρέχει μια πιο ευκρινή εικόνα κατασκευής. Όπως και στο σχέδιο δομής μοντέλου ακατέργαστου τεμαχίου, έτσι και εδώ, διακρίνεται με παχειά συνεχή γραμμή το περίγραμμα του μοντέλου και η επιφάνεια διάτμησής του και με λεπτή συνεχή γραμμή παρουσιάζονται οι επιφάνειες συγκόλλησης των ξύλων.

Στο σχήμα 4.8 παρουσιάζεται το σχέδιο δομής πλαισίου ενός πυρήνα. Στο πρώτο σχήμα φαίνεται η επιφάνεια διάτμησης, στο δεύτερο φαίνεται η ίδια επιφάνεια, σε τομή και στο τρίτο σχήμα η κάτοψη. Διακρίνονται οι διαφορετικές τομές των χρησιμοποιούμενων ξύλων, οι οποίες είναι κατά περίπτωση κάθετες ή διαμήκεις.



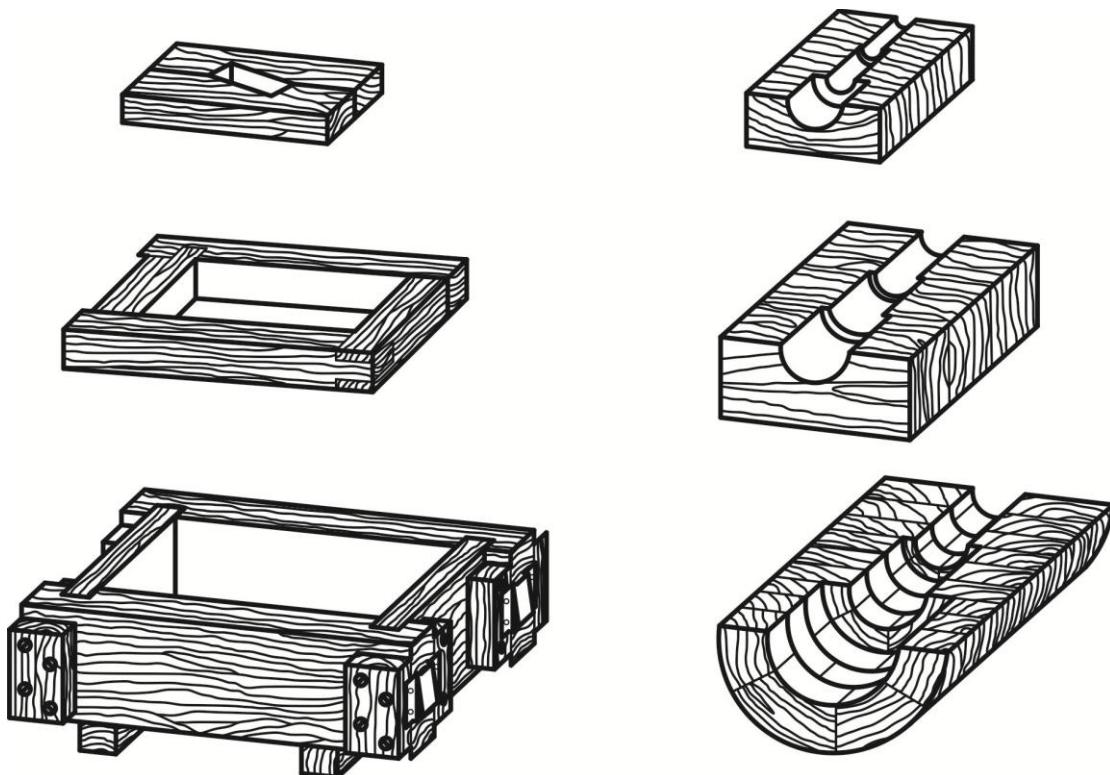
Σχήμα 4.8: Σχέδιο δομής πλαισίου πυρήνα

4.2.2 Σχέδιο δομής για ξύλινο πλαισίο πυρήνα

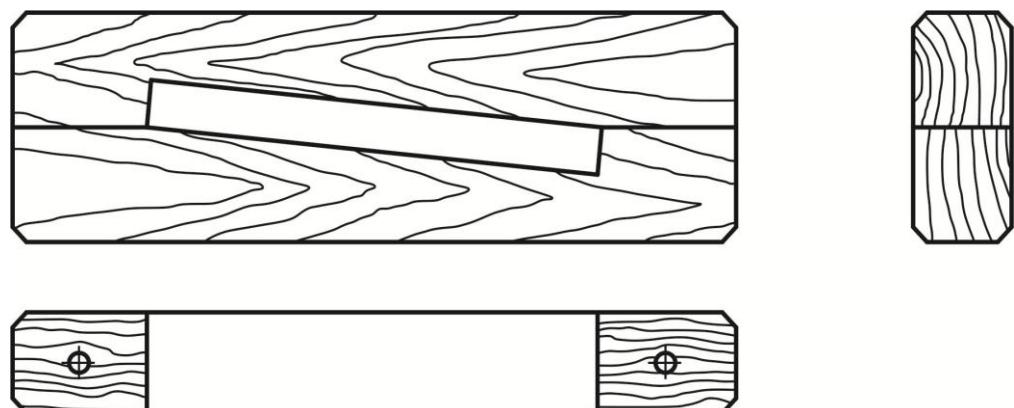
4.2.2.1 Ξύλινα πλαισία πυρήνα ως υπόδειγμα

Η προοπτική αναπαράσταση των πυρήνων και των πλαισίων του πυρήνα βοηθούν στην αντίληψη της γεωμετρίας του αντικειμένου στο χώρο. Έτσι, καθίσταται πιο εύκολη η σχεδίαση σε τρεις όψεις (πρόσωψη, κάτωψη, πλάγια όψη) του αντικειμένου.

Στη συνέχεια, παρουσιάζονται σαν υπόδειγμα, στο σχήμα 4.9, διαφορετικές προοπτικές αναπαραστάσεις από ξύλινα πλαισία πυρήνων, χωρίς κλίμακα. Διακρίνονται, όπως και στις προηγούμενες περιπτώσεις, οι συνδέσεις και οι κολλήσεις των ξύλων, καθώς επίσης και τα «νερά» τους.



Σχήμα 4.9: Προοπτική αναπαράσταση διαφόρων υποδειγμάτων ξύλινων πλαισίων πυρήνα



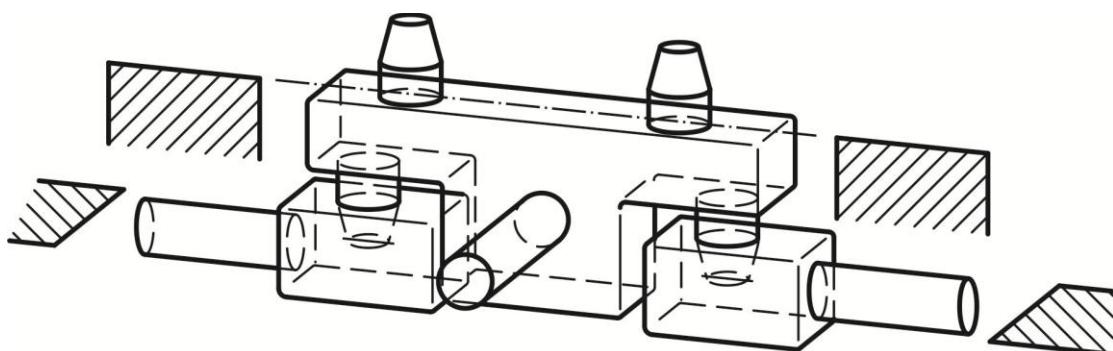
Σχήμα 4.10: Τρεις όψεις του πρώτου υποδείγματος του σχήματος 4.9

Συμπληρωματικά, στο σχήμα 4.10 παρατίθεται η σχεδίαση σε τρεις όψεις του πρώτου υποδείγματος του σχήματος 4.9, σε κάτοψη, πλάγια όψη και πρόοψη στην επιφάνεια διάτμησης του πλαισίου.

4.2.2.2 Πυρήνας και ψυχή του πυρήνα ως υπόδειγμα

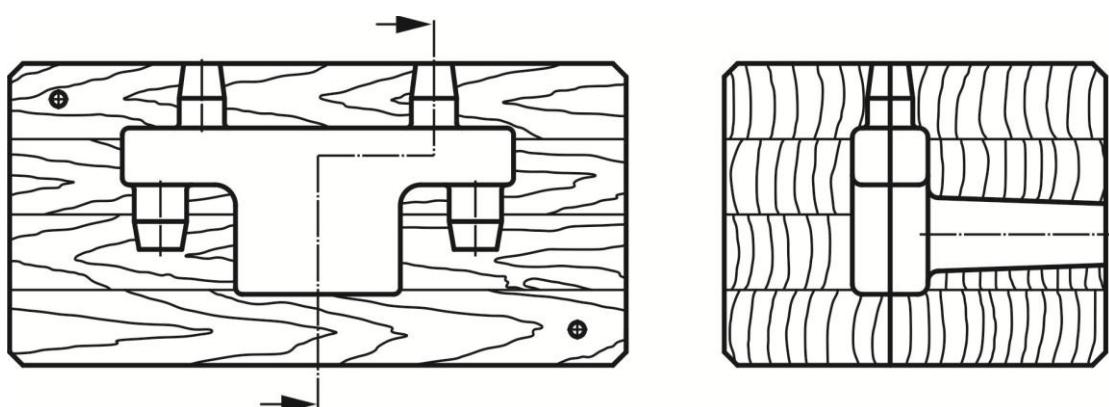
Όπως και η προοπτική αναπαράσταση των πλαισίων πυρήνα, έτσι και η προοπτική αναπαράσταση πυρήνων, βοηθά στην κατανόηση της γεωμετρίας τους στον χώρο.

Στο σχήμα 4.11 απεικονίζεται η διμετρική αναπαράσταση ενός συνόλου πυρήνων. Ο ολικός πυρήνας αποτελείται από τρεις επιμέρους πυρήνες, προκειμένου να απλοπλοιηθεί η δομή και η παραγωγή του πυρήνα. Ο κάθε επιμέρους πυρήνας κατασκευάζεται σε ξεχωριστό πλαίσιο. Στη συνέχεια, οι πυρήνες συναρμολογούνται μεταξύ τους και αποτελούν τον ολικό πυρήνα χύτευσης. Στο σχήμα διακρίνονται επίσης ο τρόπος σύνδεσης των πυρήνων, και οι επιφάνειες διάτμησής τους (διαγραμμισμένα επίπεδα).



Σχήμα 4.11: Διμετρική αναπαράσταση ενός συνόλου πυρήνων

Το σχήμα 4.12 παρουσιάζει το σχέδιο δομής του κεντρικού πυρήνα του προηγούμενου συνόλου σε δύο όψεις, την πρόοψη και την πλάγια όψη σε τομή. Στην πρόοψη συμβολίζεται με λεπτή αξονική γραμμή η τομή, που έχει σχεδιαστεί στην πλάγια όψη. Στη τομή διακρίνεται με παχειά συνεχή γραμμή η διάτμηση του πυρήνα.



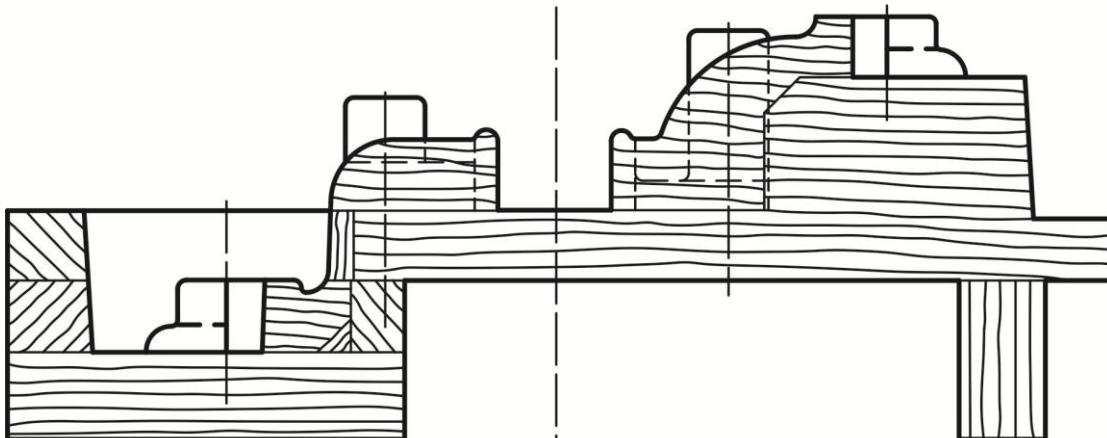
Σχήμα 4.12: Σχέδιο δομής από ξύλο του κεντρικού πυρήνα του σχήματος 4.11

4.2.3 Σχέδιο δομής πλακών μοντέλου

Οι πλάκες στήριξης μοντέλου, αποτελούν επίπεδες πλάκες υλικού, πάνω στις οποίες στερεώνονται τα μοντέλα και χρησιμοποιούνται για τη διαμόρφωση περίπλοκων γεωμετριών σε καλούπια. Σε ορισμένες πλάκες στήριξης στερεώνονται και από τις δύο πλευρές μοντέλα, προκειμένου να γίνει η διαμόρφωση και του άνω και του κάτω μέρους του καλουπιού.

Στα σχέδια δομής πλακών στήριξης μοντέλου αντικατοπτρίζεται όλη η πολυμορφία των υλικών του μοντέλου. Για την παρουσίαση της δομής του μοντέλου μπορούν να χρησιμοποιηθούν διάφορα αναγνωριστικά χαρακτηριστικά, ανάλογα με το υλικό κατασκευής του.

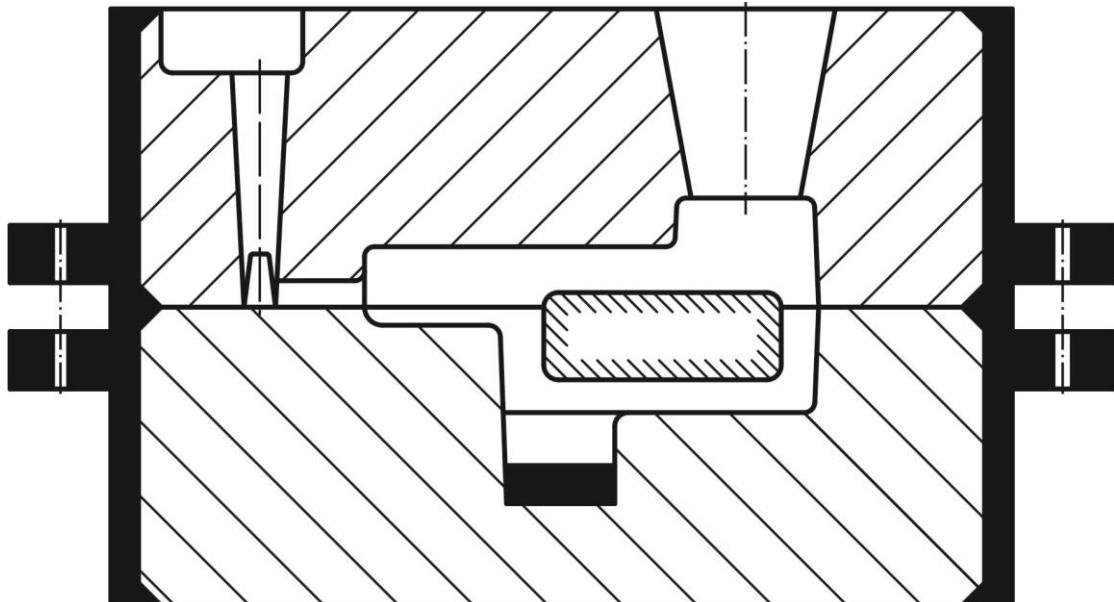
Παράδειγμα μίας πλάκας στήριξης μοντέλου από ξύλο, παρουσιάζεται στο [σχήμα 4.13](#). Η πλάκα είναι διμερής, χρησιμοποιείται δηλαδή για τη διαμόρφωση των δύο μερών του καλουπιού. Με λεπτή διακεκομένη γραμμή συμβολίζεται το μέσο της πλάκας. Δηλαδή διαχωρίζει την χρήση της πλάκας για το άνω και κάτω μέρος του καλουπιού αντίστοιχα.



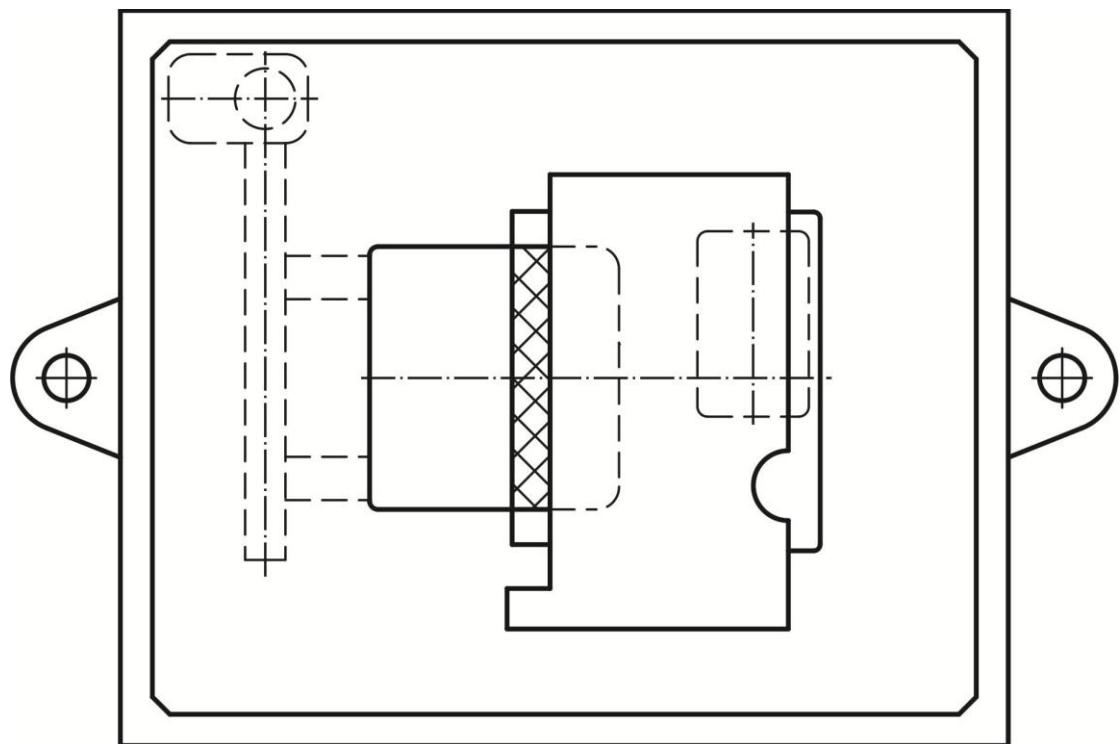
Σχήμα 4.13: Σχέδιο δομής πλάκας μοντέλου από ξύλο

4.3 Σχέδια καλουπιού

Τα σχέδια καλουπιού παρουσιάζουν τις περισσότερες φορές ένα καλούπι έτοιμο προς χύτευση. Στο σχέδιο καλουπιού φαίνεται το πλαίσιο, το υλικό μορφοποίησης (πχ. άμμος), ο πυρήνας, ο οχετός πλήρωσης και ο οχετός εξαγωγής. Επίσης φαίνεται η επιφάνεια διάτμησης του καλουπιού.



Σχήμα 4.14: Διμερές καλούπι σε τομή



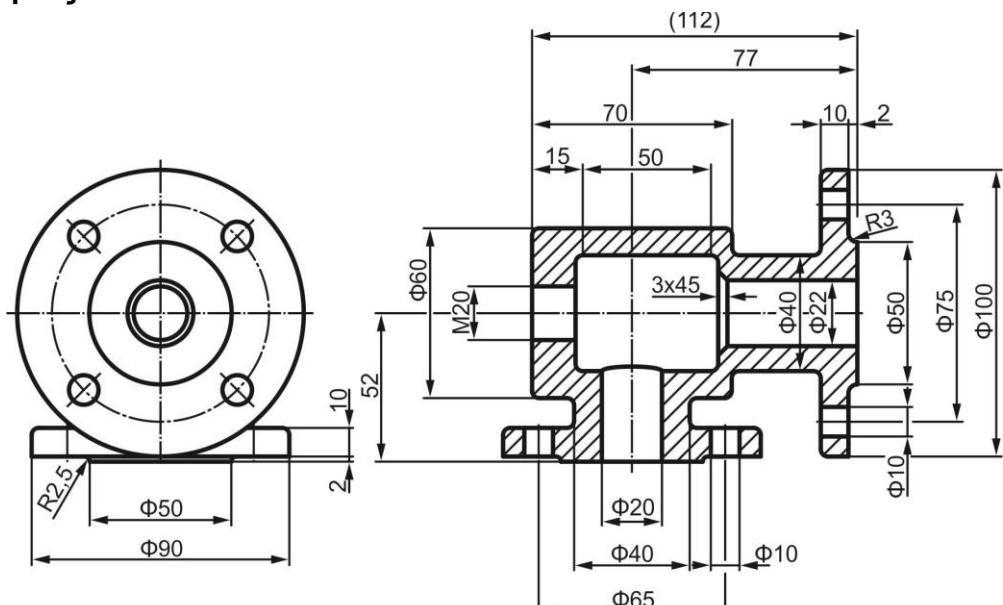
Σχήμα 4.15: Όψη του κάτω πλαισίου του καλουπιού

Στο σχήμα 4.14 παρουσιάζεται ένα διμερές καλούπι, σε τομή. Στο αριστερό μέρος, διακρίνεται ο οχετός πλήρωσης και στο δεξί μέρος ο οχετός εξαγωγής. Το υλικό του καλουπιού (τα μη κενά μέρη) παρουσιάζονται με διαγράμμιση. Η κλίση της διαγράμμισης αλλάζει, προκειμένου να ξεχωρίζουν τα δύο μέρη του καλουπιού. Στο κέντρο του σχεδίου

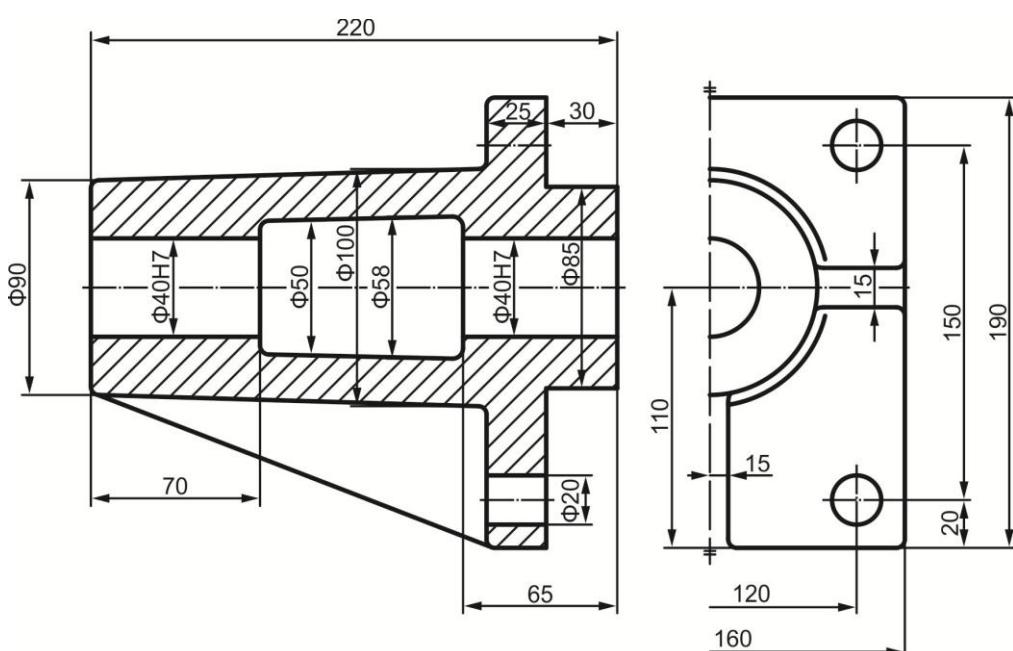
υπάρχει ο πυρήνας, σχεδιασμένος με περιμετρική διαγράμμιση. Σε ορισμένες περιπτώσεις, προκειμένου να αντληθούν όσο το δυνατόν περισσότερες πληροφορίες για τη δομή του καλουπιού και τη θέση των οχετών, σχεδιάζονται τομές του καλουπιού σε διάφορα επίπεδα.

Στο σχήμα 4.15, παρουσιάζεται η όψη του κάτω πλαισίου του καλουπιού. Εκτός από τη θέση του πυρήνα, παρουσιάζονται με λεπτή διακεκομμένη γραμμή τα μέρη του συστήματος έγχυσης μετάλλου, παρότι ανήκουν στο πάνω πλάισιο.

Ασκήσεις:



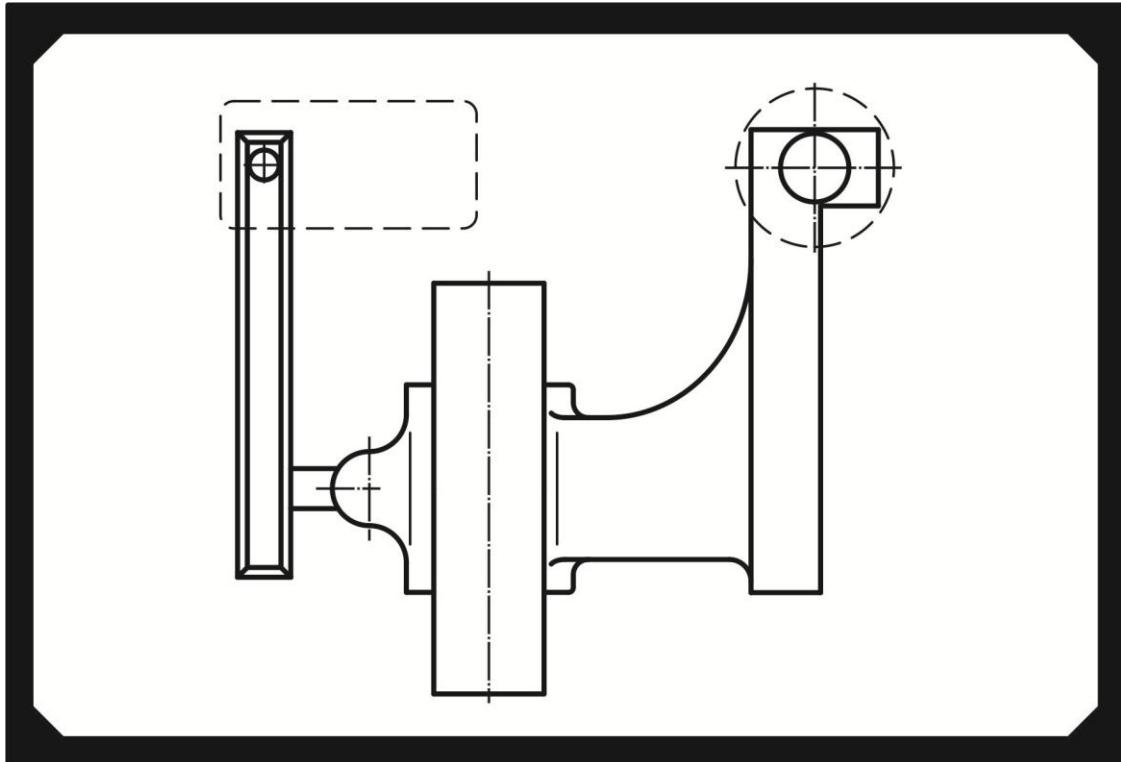
Σχήμα 4.16: Εξωτερικό περίβλημα βαλβίδας



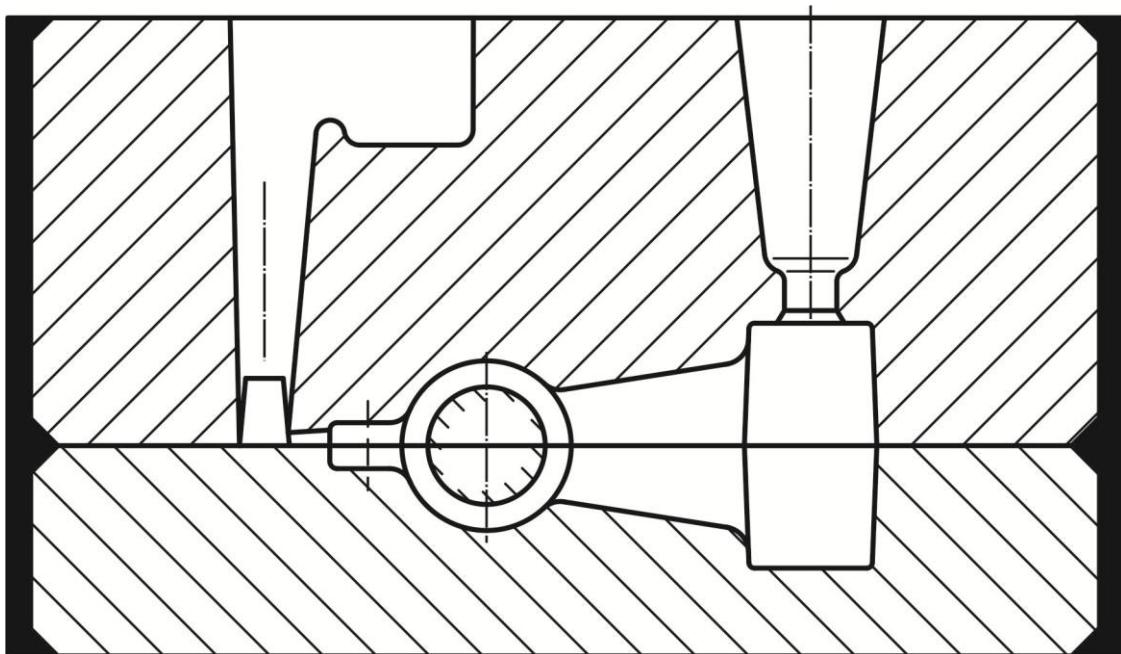
Σχήμα 4.17: Φλάντζα για σύνδεση σωλήνωσης

4.3.1 Σχέδιο καλουπιού ενός διμερούς πλαισίου με οχετό εγαξωγής

Για τον τεχνικό χύτευσης, καθώς επίσης και για τον κατασκευαστή του καλουπιού, είναι απαραίτητη η μελέτη του σχεδίου του καλουπιού πριν από το σχεδίο διάταξης του μοντέλου. Μία επιπλέον μελέτη θα πρέπει να γίνει για τον καθορισμό της θέσης του οχετού πλήρωσης και του οχετού εξαγωγής ή της ενδιάμεσης αποθήκης υλικού.



Σχήμα 4.18: Όψη της επιφάνειας του άνω πλαισίου με οχετό εξαγωγής



Σχήμα 4.19: Πρόοψη του καλουπιού, σε τόμη

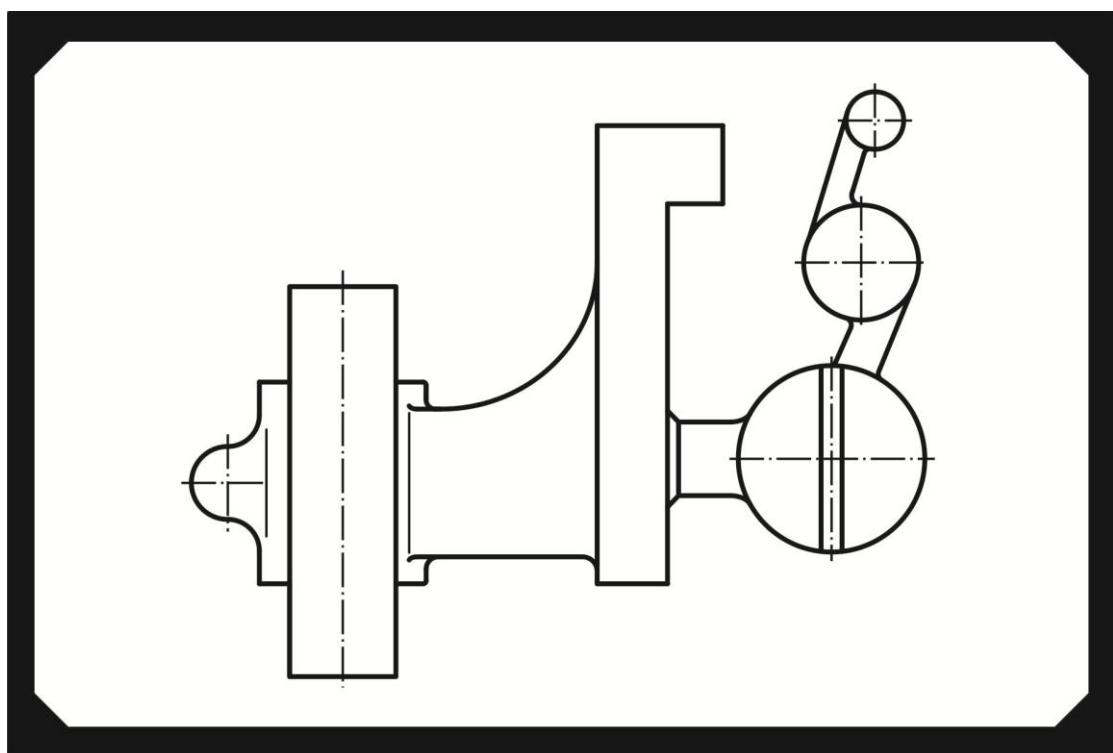
Στη χύτευση χειρός ή στη χύτευση για εκπαιδευτικούς σκοπούς, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένα χωριζόμενο σύστημα (διμερές πλαίσιο) όπως παρουσιάζεται στο σχήμα 4.19. Στο αριστερό μέρος βρίσκεται ο οχετός πλήρωσης και στο δεξί ο οχετός εξαγωγής, ο οποίος βιοηθά στον εξαερισμό του χυτού, καθώς επίσης και στην απομάκρυνση των ακαθαρσιών του λιωμένου μετάλλου. Στο κέντρο του σχήματος βρίσκεται ο πυρήνας, διαγραμμισμένος περιμετρικά.

Στο σχήμα 4.18 παρουσιάζεται η όψη της επιφάνειας του άνω πλαισίου, όπου διακρίνονται ο οχετός εισαγωγής και ο αγωγός διανομής του μετάλλου στα αριστερά και στο δεξί μέρος, ο οχετός εξαγωγής.

4.3.2 Σχέδιο καλουπιού ενός διμερούς πλαισίου με ενδιάμεση αποθήκη υλικού

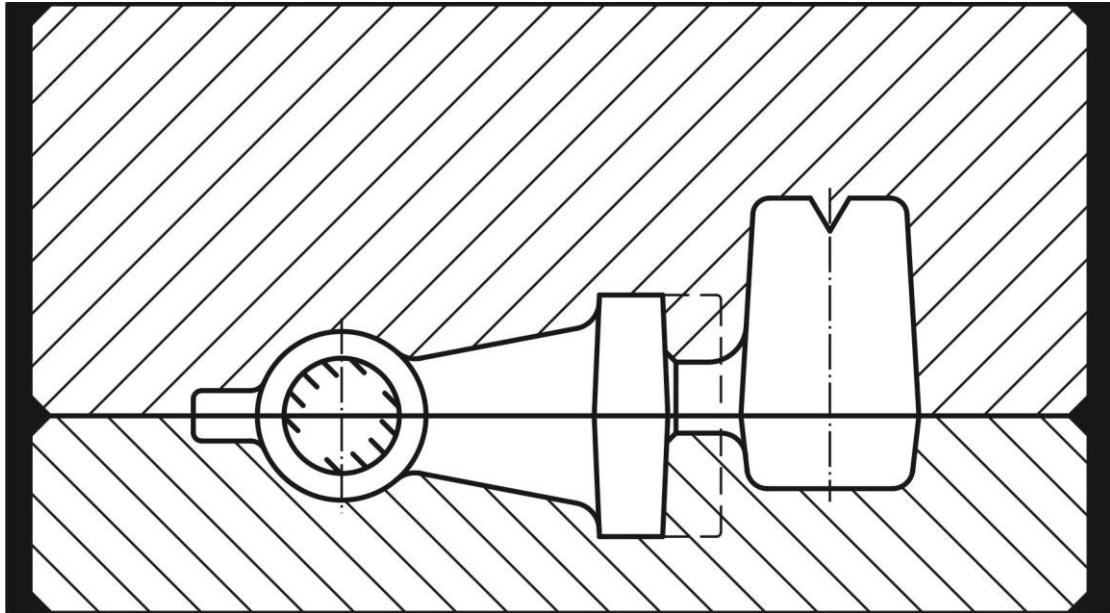
Μια πιο σύγχρονη τεχνική παρουσιάζεται στο σχήμα 4.20 και στο σχήμα 4.21 με χρήση ενδιάμεσης αποθήκης υλικού, αντί για οχετό εξαγωγής. Η ενδιάμεση αποθήκη υλικού παίζει τον ίδιο ρόλο με τον οχετό εξαγωγής.

Στο σχήμα 4.20 παρουσιάζεται το άνω πλαίσιο του καλουπιού. Στο αριστερό τμήμα διακρίνεται από πάνω προς τα κάτω, το στόμιο έγχυσης του μετάλλου και το μέρος όπου δημιουργούνται οι ακαθαρσίες και οι οξειδώσεις του μετάλλου.



Σχήμα 4.20 Όψη της επιφάνειας του άνω πλαισίου με ενδιάμεση αποθήκη υλικού

Αντίστοιχα, στο σχήμα 4.21 παρουσιάζεται η πρόοψη του καλουπιού, σε τομή. Στο αριστερό τμήμα διακρίνεται η ενδιάμεση αποθήκη υλικού.

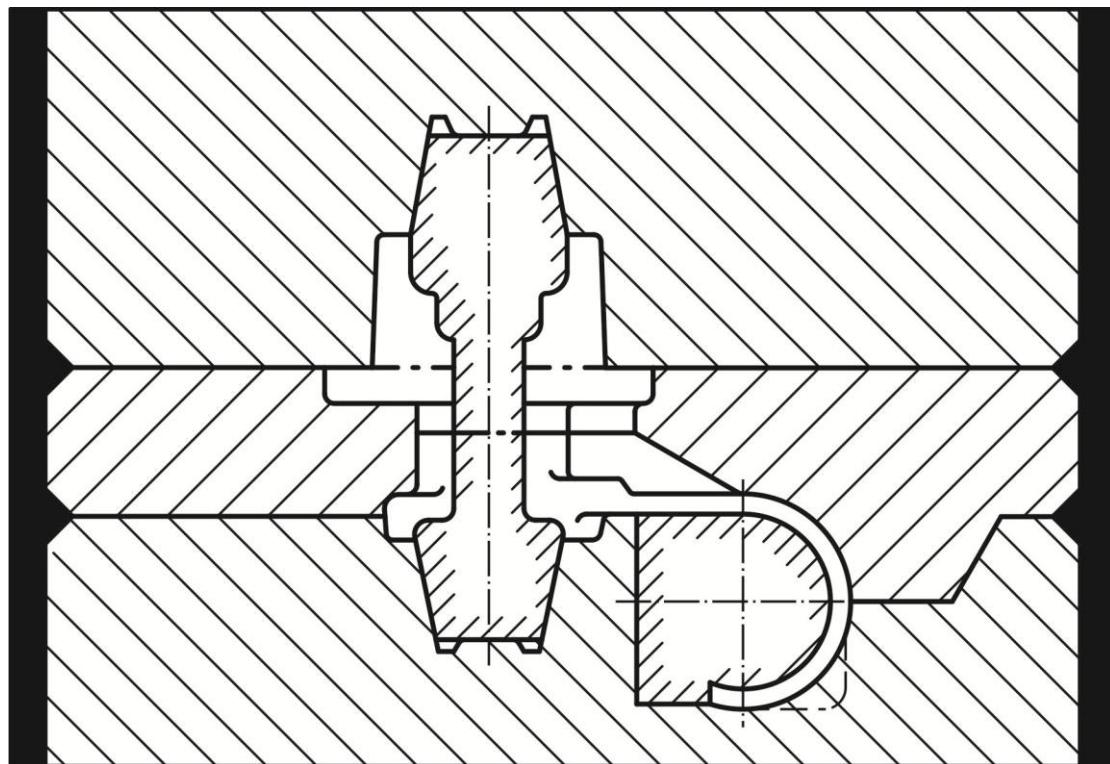


Σχήμα 4.21: Πρόσωπη του καλουπιού, σε τόμη

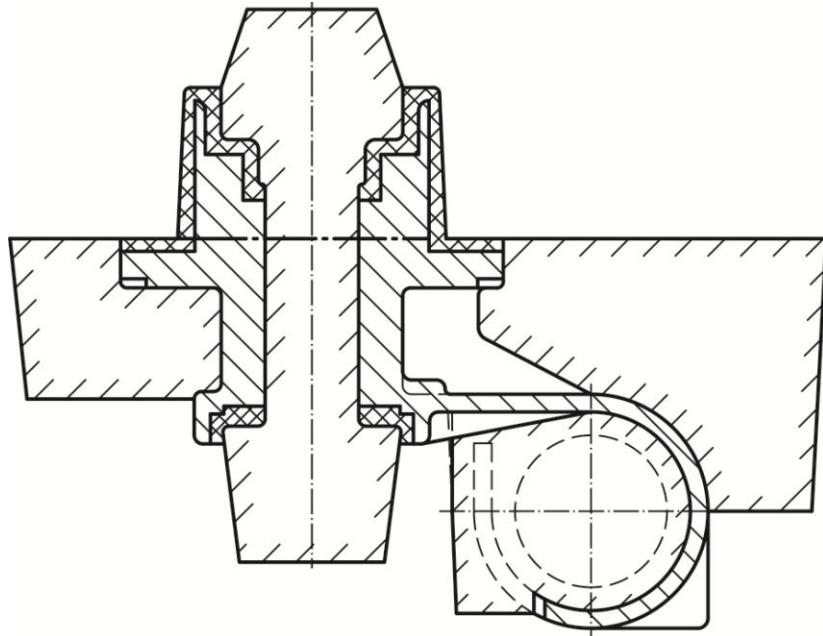
4.3.3 Τριμερή πλαίσια καλουπιού

Η δημιουργία ενός τριμερούς πλαισίου χύτευσης είναι μία εργασία που απαιτεί ιδιαίτερα μεγάλη εμπειρία και τεχνική γνώση. Στην μηχανική και αυτοματοποιημένη χύτευση, χρησιμοποιούνται πιο απλές λύσεις για τη χύτευση τέτοιων τεμαχίων (που απαιτούν τριμερή πλαίσια).

Στο σχήμα 4.22 παρουσιάζεται η χρήση τριμερούς πλαισίου και στο σχήμα 2.23 παρουσιάζεται, για το ίδιο χυτό, η χρήση διμερούς πλαισίου με εξωτερικό πυρήνα.



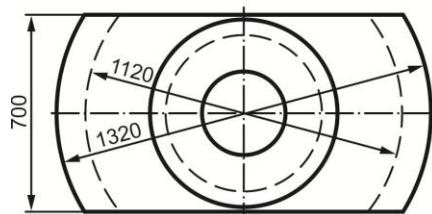
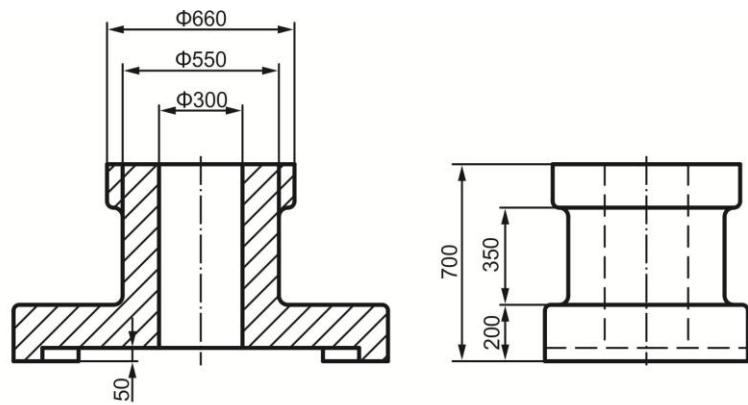
Σχήμα 4.22: Τριμερές καλούπι για χύτευση εδράνου, σε τομή



Σχήμα 4.23: Σχέδιο διάταξης για διμερές καλούπι με χρήση εξωτερικού πυρήνα

Συχνά σε τριμερή πλαίσια, η διάτμηση του πλαισίου δεν συμπίπτει ακριβώς με τη διάτμηση του μοντέλου. Στο σχήμα 4.22 διακρίνεται με παχειά διακεκομμένη γραμμή η διάτμηση του μοντέλου, η οποία παρέχει τη δυνατότητα να απομακρυνθούν τα δύο μέρη του μοντέλου από το μεσαίο μέρος του καλουπιού. Στο συγκεκριμένο καλούπι έχει γίνει χρήση δύο πυρήνων, που παρουσιάζονται με περιμετρική διαγράμμιση. Με παχειά συνεχή γραμμή είναι εμφανής η διάτμηση ανάμεσα στα διαφορετικά μέρη του καλουπιού, καθώς επίσης και μέσω της αλλαγής κλίσης της διαγράμμισης του καλουπιού.

Άσκηση:

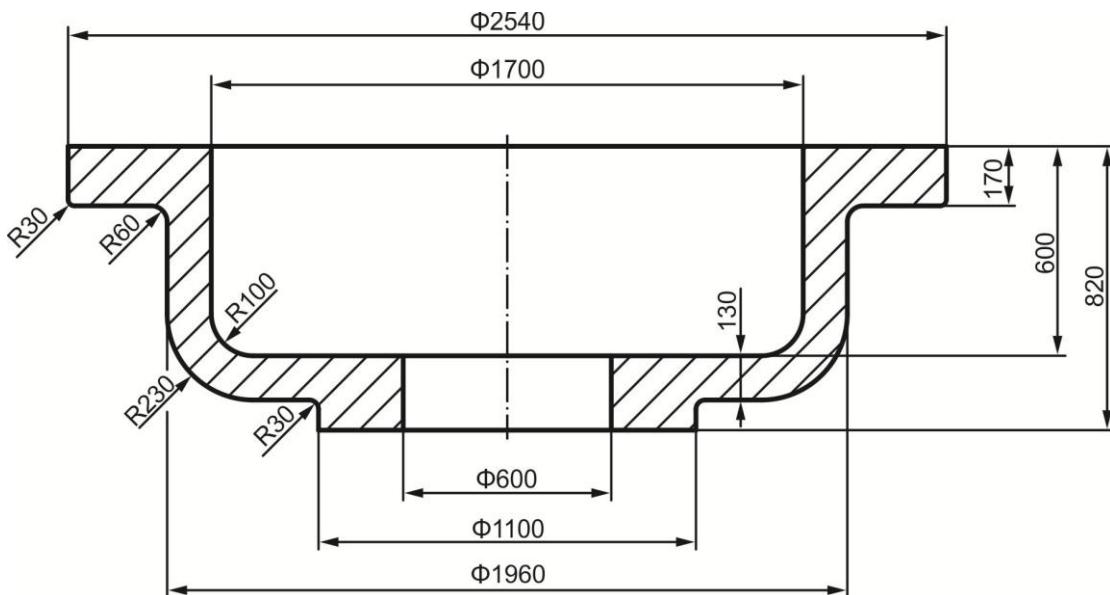


Σχήμα 4.24: Φλάντζα ενδιάμεσης τοποθέτησης (παρέμβυσμα)

4.3.4 Σχέδια καλουπιού με stencil

Κυκλικά χυτά με μεγάλες διαστάσεις και λίγα σε αριθμό παραγωγής, μπορούν να μορφοποιηθούν με stencil. Η γραφική αναπαράσταση της συγκεκριμένης μορφής χύτευσης χειρός είναι σημαντική. Το υλικό που θα χρησιμοποιηθεί για το καλούπι είναι καθοριστικής σημασίας για τον τρόπο και τα βήματα που θα ακολουθηθούν για τη δημιουργία του. Το παράδειγμα αυτού του υποκεφαλαίου αναφέρεται σε ευρεύως χρησιμοποιούμενα υλικά για τη δημιουργία καλουπιού, τα οποία μετά τη μορφοποίησή τους στερεοποιούνται. Για την αναπαράσταση των stencil ισχύουν όσα έχουν αναφερθεί για την αναπαράσταση των ξύλινων κατασκευών.

Το σχήμα 4.25 αποτελεί ένα μηχανολογικό σχέδιο για καπάκι εξωτερικού περιβλήματος. Στο σχήμα 4.26 έως 4.29, αναπαρίσταται η διαδικασία κατασκευής του καλουπιού για το συγκεκριμένο αντικείμενο, μέσω της μορφοποίησης με stencil.

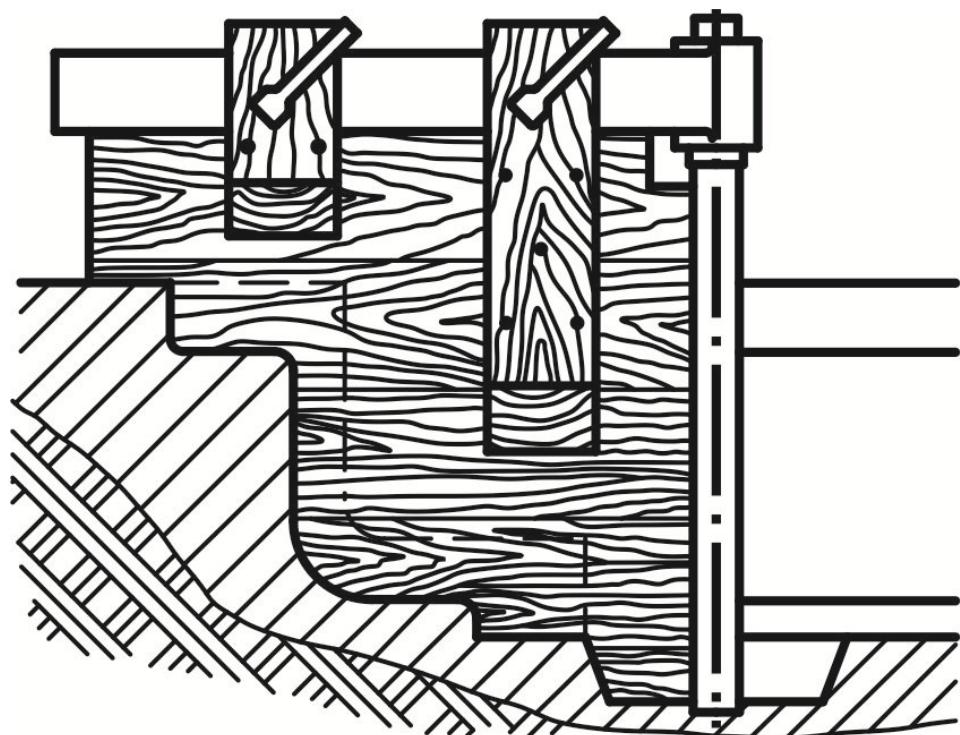


Σχήμα 4.25: Κατασκευαστικό σχέδιο για καπάκι εξωτερικού περιβλήματος

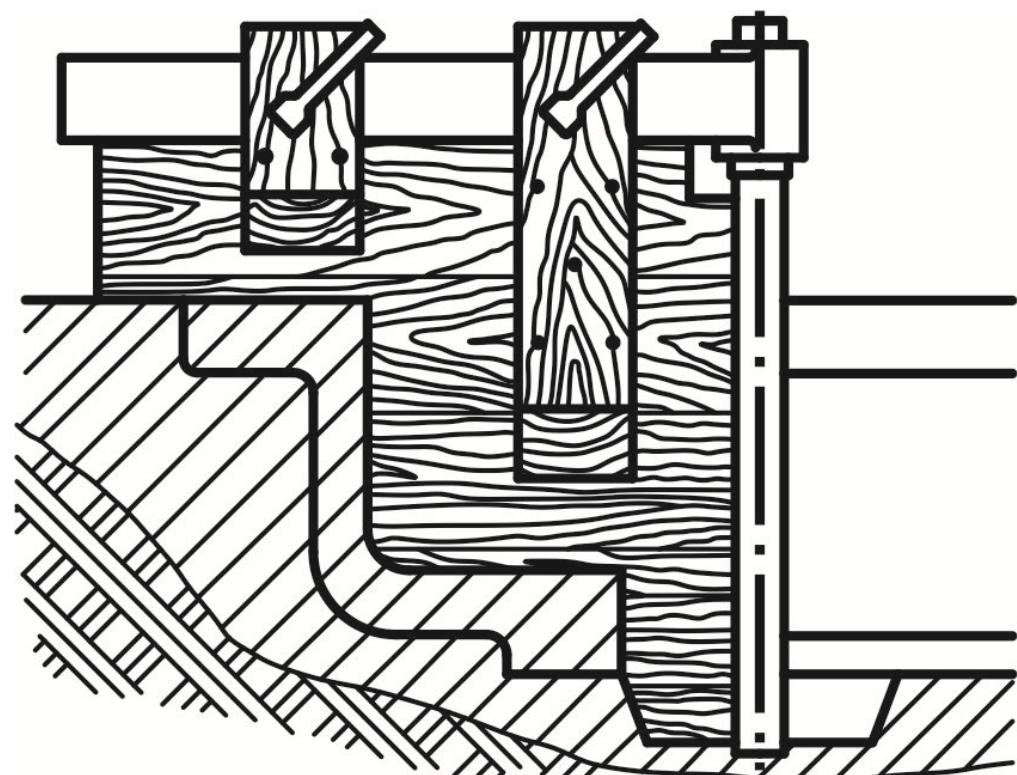
Το σχήμα 4.26 αναπαριστά την μορφοποίηση του κάτω τμήματος του καλουπιού. Το stencil εκτελεί κύκλο γύρω από έναν άξονα, σχηματίζοντας έτσι την επιθυμητή μορφή του καλουπιού. Με διαγράμμιση παρουσιάζεται η σκληρυνόμενη άμμος, με παχειά συνεχή γραμμή σχεδιάζεται το κάτω μέρος του καλουπιού και με λεπτή διακεκομένη γραμμή σχεδιάζεται το πάνω μέρος του, που θα μορφοποιηθεί σε επόμενο στάδιο. Στο κέντρο βρίσκεται ο άξονας περιστροφής του stencil, ο οποίος είναι παράλληλα και ο άξονας συμμετρίας του καλουπιού.

Το επόμενο βήμα της μορφοποίησης, παρουσιάζεται στο σχήμα 4.27, όπου σχηματίζεται το πάνω μέρος του καλουπιού. Γίνεται μία επίστρωση συγκεκριμένου πάχους από υγρή άμμο χύτευσης, το ονομαζόμενο «στρώμα σιδήρου», το οποίο μορφοποιείται με ένα δεύτερο stencil. Έτσι σχηματίζεται η άνω επιφάνεια του καλουπιού.

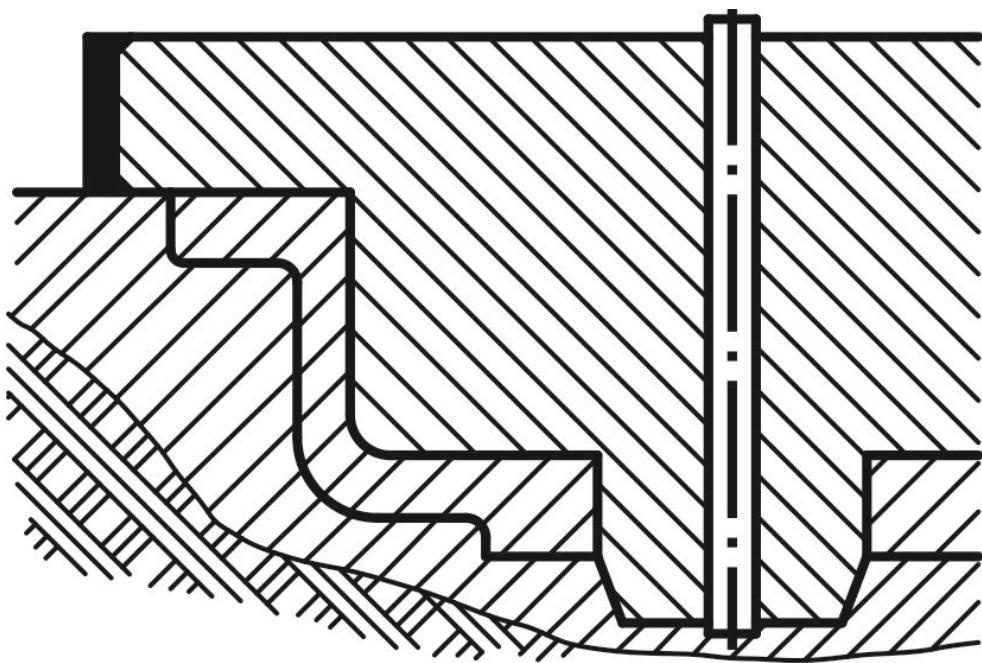
Στο σχήμα 4.28 παρουσιάζεται η παραγωγή του καλουπιού. Έχει απομακρυνθεί το stencil και έχει αντικατασταθεί από το πλαίσιο.



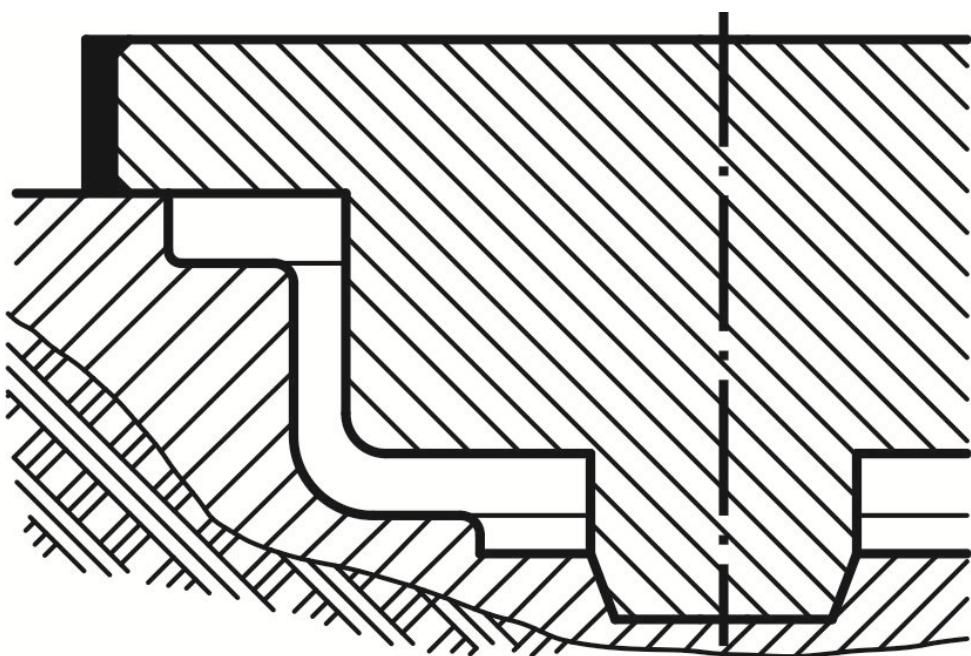
Σχήμα 4.26: Μορφοποίηση του κάτω τμήματος του καλουπιού



Σχήμα 4.27: Μορφοποίηση του άνω τμήματος του καλουπιού



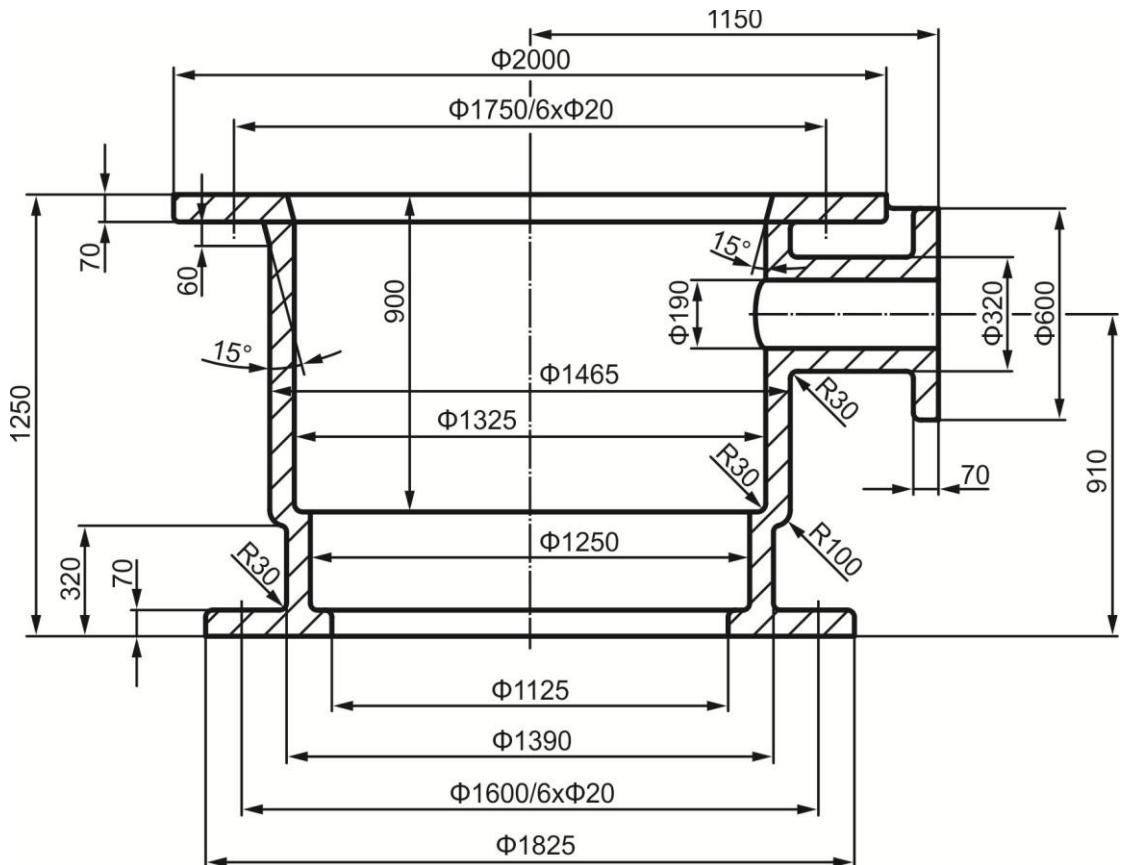
Σχήμα 4.28: Παραγωγή του πλαισίου του καλουπιού



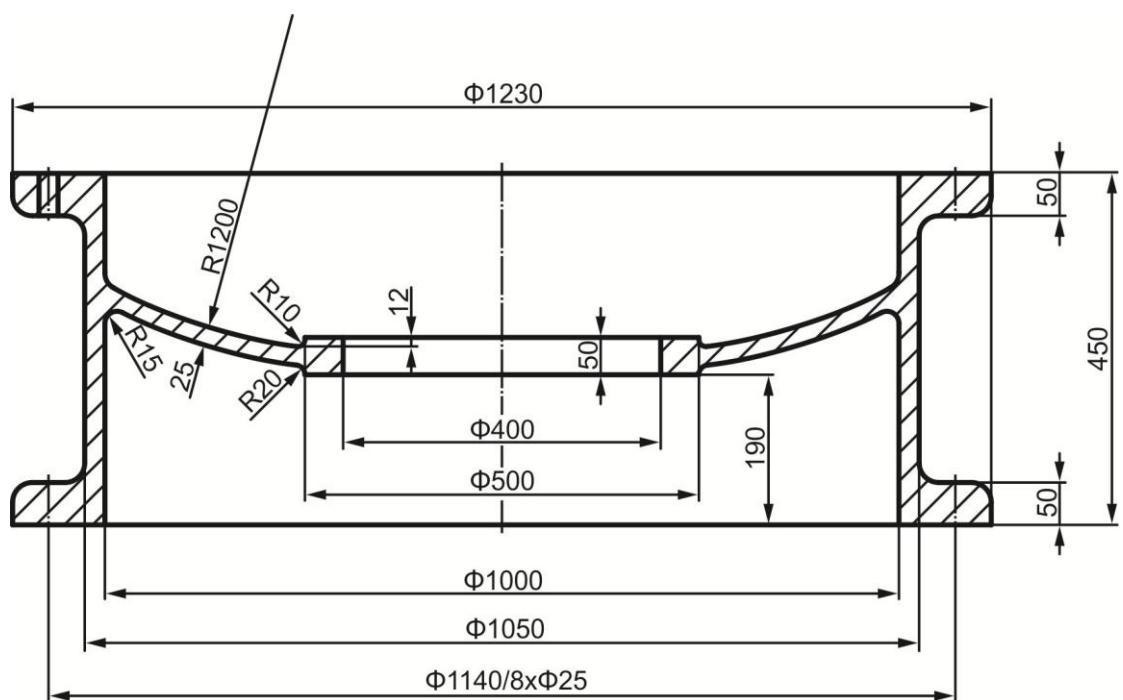
Σχήμα 4.29: Έτοιμο καλούπι

Τέλος, στο σχήμα 4.29 παρουσιάζεται το καλούπι, έτοιμο προς χύτευση, μετά την αφαίρεση της άμμου.

Ασκήσεις:



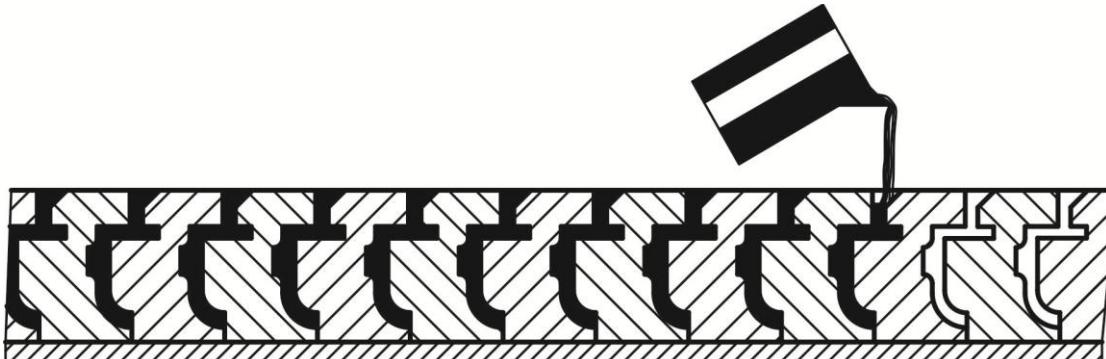
Σχήμα 4.30: Ενδιάμεση έδραση



Σχήμα 4.31: Ενδιάμεσο εξωτερικό περίβλημα

4.3.5 Καλούπια χωρίς πλαίσιο

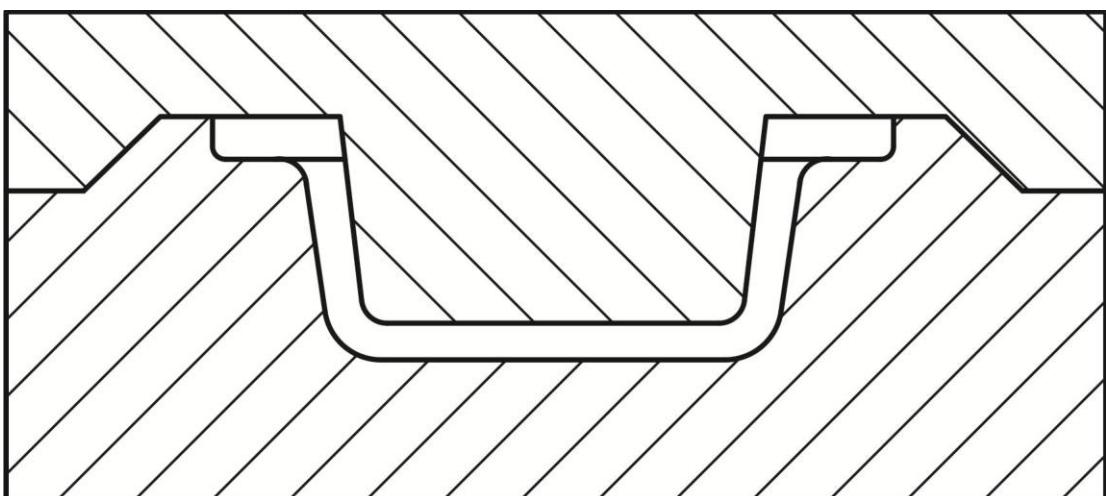
Τα σχέδια καλουπιού για καλούπια χωρίς πλαίσιο ακολουθούν τους ίδιους σχεδιαστικούς κανόνες, όπως αυτά με πλαίσιο. Τα καλούπια χωρίς πλαίσιο είναι δυνατόν, ανάλογα με την μέθοδο χύτευσης που ακολουθείται, να έχουν οριζόντια ή κάθετη διάτμηση.



Σχήμα 4.32: Καλούπι χωρίς πλαίσιο με κάθετη διάτμηση, σε τομή

Το σχήμα 4.32 παρουσιάζει καλούπι χωρίς πλαίσιο, με κατακόρυφη διάτμηση, κάθε μέρος του οποίου έχει παραχθεί ζεχωριστά. Τα μέρη του καλουπιού αποκτούν τη μορφή τους από μηχανική διάταξη για μεγάλο αριθμό τεμαχίων, με πίεση που ασκείται και από τις δύο πλευρές.

Για τη χύτευση σε καλούπι χωρίς πλαίσιο, απαιτούνται πλαίσια, που θα κάνουν δυνατή τη μορφοποίηση του υλικού του καλουπιού. Το μοντέλο τοποθετείται πάνω σε μία πλάκα μοντέλου, όπου καλύπτεται από το υλικό μορφοποίησης και ένα πλαίσιο, το οποίο οριοθετεί το καλούπι που θα παραχθεί. Στη συνέχεια ασκούνται αντίθετες πιέσεις στην πλάκα μοντέλου και στο πλαίσιο, προκειμένου να μορφοποιηθεί και να στερεοποιηθεί το υλικό του καλουπιού. Στη συνέχεια αφαιρείται το καλούπι, χωρίς να έχει γύρω του πλαίσιο. Η διαδικασία επαναλαμβάνεται για την κατασκευή του άλλου μισού τμήματος του καλουπιού. Τα δύο τμήματα ενώνονται μεταξύ τους και το καλούπι είναι έτοιμο προς χύτευση.

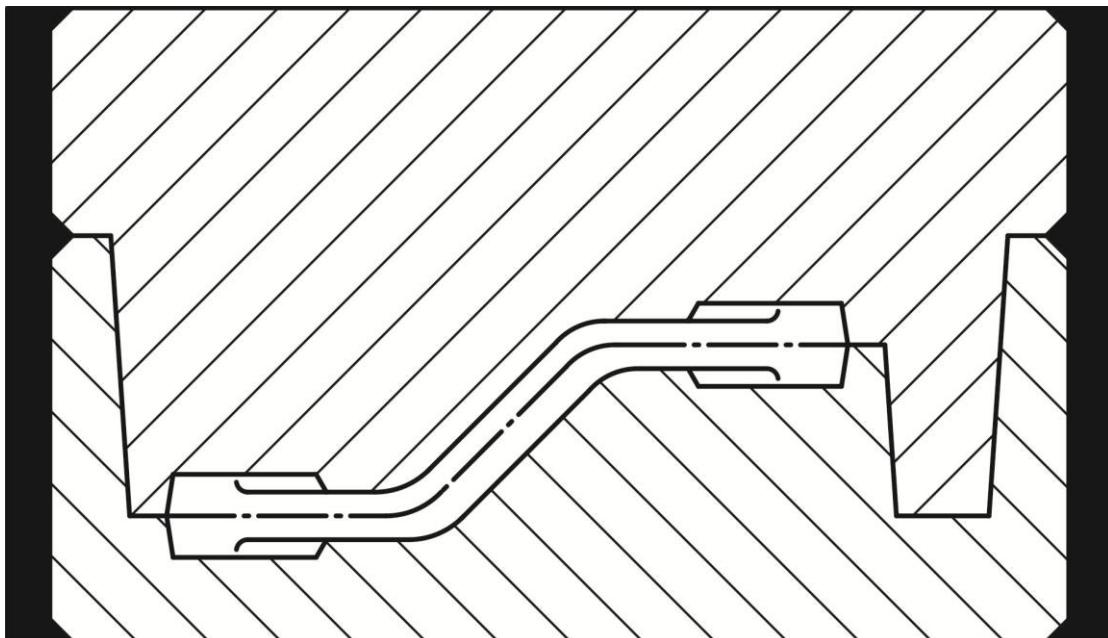


Σχήμα 4.33: Καλούπι χωρίς πλαίσιο με οριζόντια διάτμηση, σε τομή

Διαφορετικές αυτοματοποιημένες μηχανικές διατάξεις εφαρμόζουν οριζόντια διάτμηση καλουπιού, όπως για παράδειγμα παρουσιάζεται στο σχήμα 4.33.

4.3.6 Καλούπια με ανισόπεδη διάτμηση

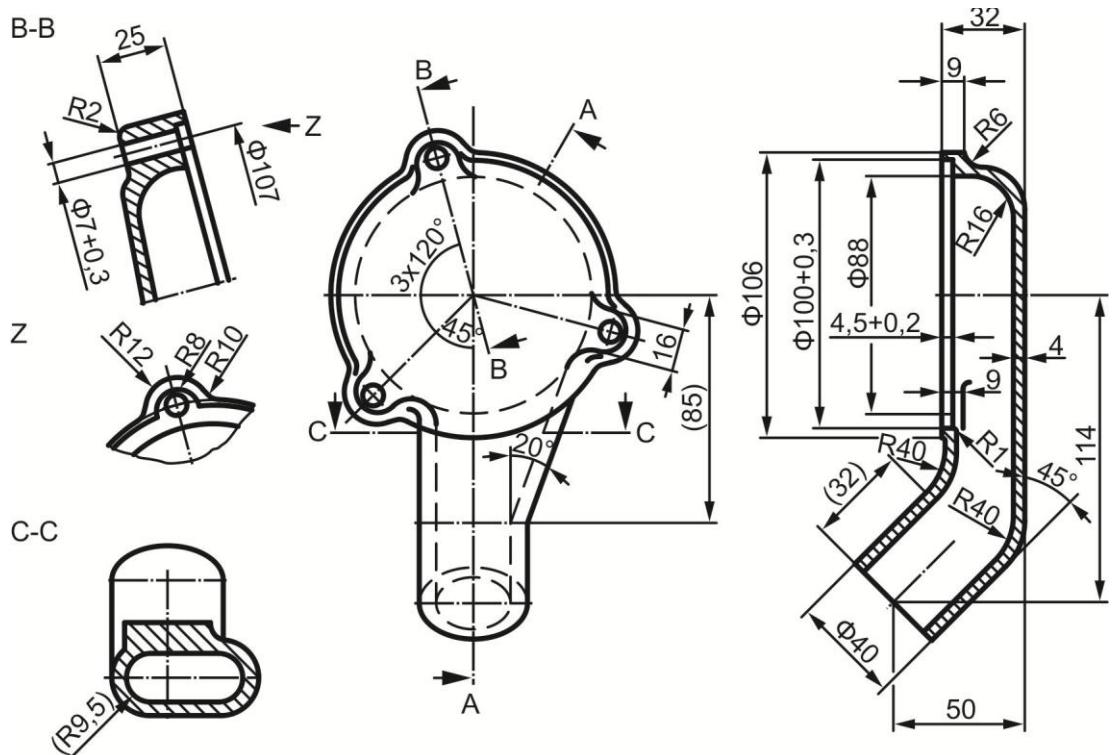
Συχνά παρουσιάζονται μοντέλα και καλούπια, των οποίων η διαδρομή διάτμησης δεν εξελίσσεται σε ένα επίπεδο και έτσι δεν αντιστοιχεί στην επίπεδη διάτμηση του πλαισίου του καλουπιού.



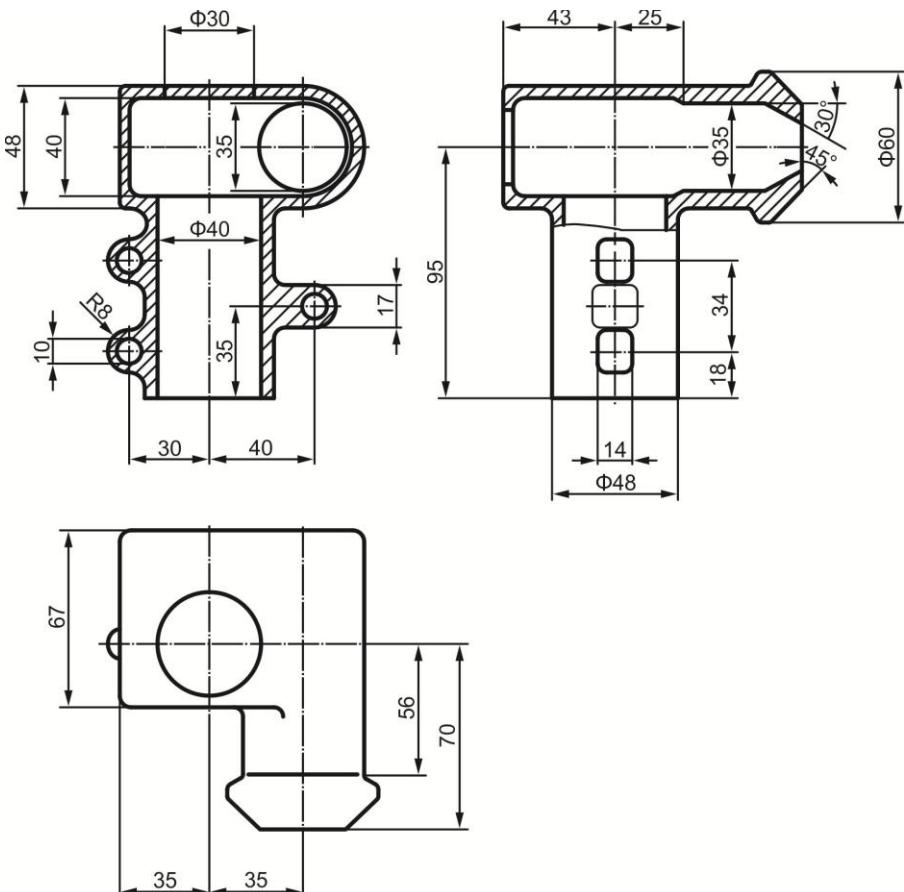
Σχήμα 4.34: Καλούπι με ανισόπεδη διάτμηση, σε τομή

Τέτοια καλούπια με ανισόπεδη διάτμηση είναι δύσκολο να σχεδιαστούν. Πριν από τη σχεδίαση ενός τέτοιου καλουπιού, όπως παρουσιάζεται στο σχήμα 4.34, πρέπει να προηγηθεί το σχέδιο διάταξης (κατασκευής) μοντέλου.

Ασκήσεις:



Σχήμα 4.35: Καπάκι



Σχήμα 4.36: Εξωτερικό περίβλημα συστήματος οδήγησης

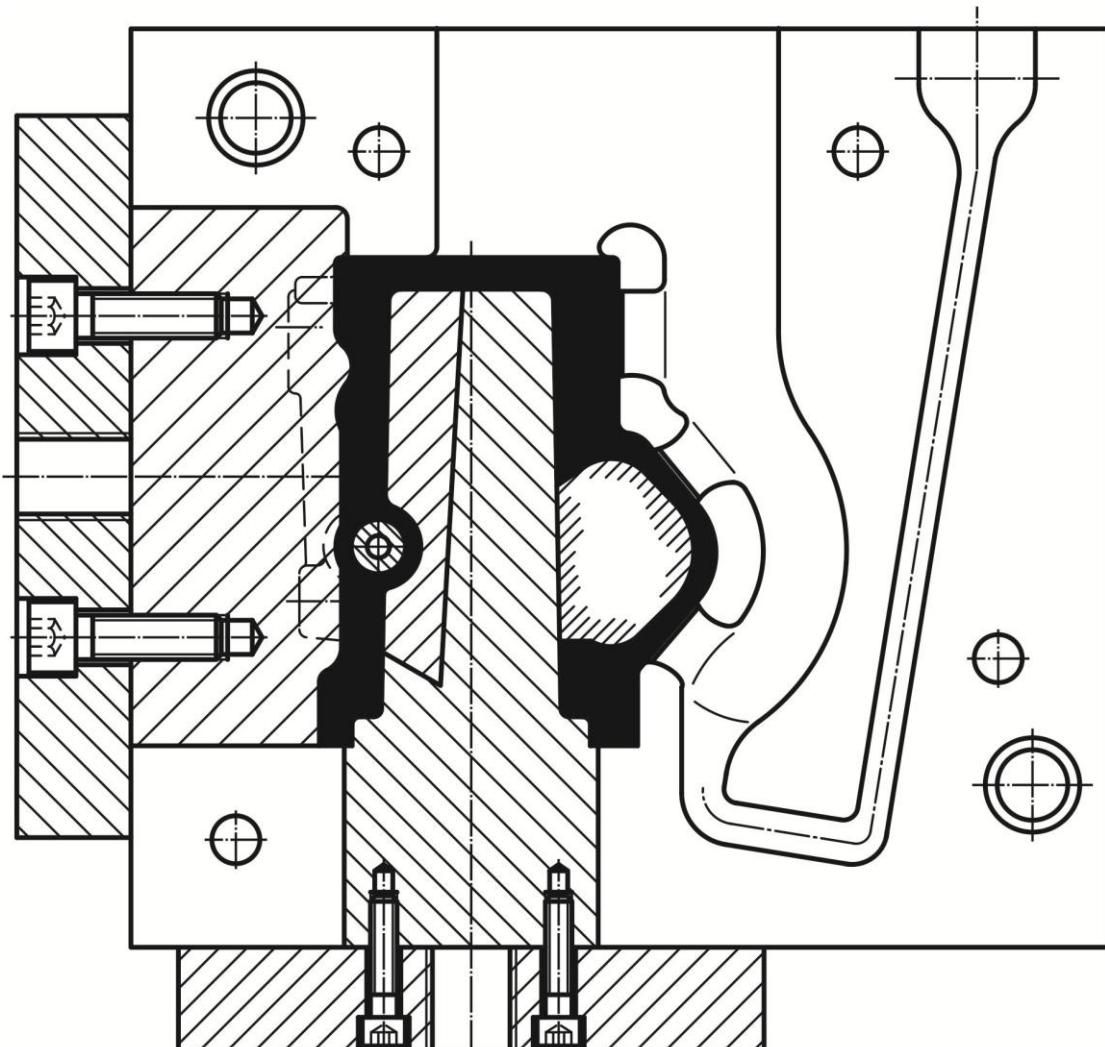
4.3.7 Καλούπια πολλαπλών χρήσεων

Τα σχέδια καλουπιών για καλούπια πολλαπλών χρήσεων είναι:

- διατάξεις για χύτευση σε μήτρα
- διατάξεις για χύτευση με πίεση.

Όπως και τα καλούπια μίας χρήσης, έτσι και τα καλούπια πολλαπλών χρήσεων παρουσιάζονται στη σχεδίαση, σε στάδιο αποπερατωμένης χύτευσης. Προκειμένου να είναι το χυτό πιο διακριτό από την υπόλοιπη διάταξη, είτε γραμμοσκιάζεται έντονα είτε χρωματίζεται μάυρο.

Στο σχεδιασμό καλουπιών πολλαπλών χρήσεων είναι σημαντικό να είναι γνωστό ποια μέθοδος χύτευσης θα εφαρμοστεί.



Σχήμα 4.37: Εξωτερικό περιβλήμα συστήματος οδήγησης ενός αυτοκινήτου

Το σχήμα 4.37 παρουσιάζει ένα καλούπι για τη μέθοδο της χύτευσης σε μήτρα. Η συγκεκριμένη μήτρα αποτελείται από τρία μέρη. Το δεξί μέρος είναι σταθερό και φέρει τον αγωγό και τα κανάλια τροφοδότησης. Το αριστερό μέρος αποτελεί τμήμα του καλουπιού και είναι στερεωμένο σε μετακινούμενη πλάκα, όπως επίσης και το κάτω μέρος. Για να παραληφθεί το χυτό, μετακινείται το αριστερό και το κάτω μέρος του καλουπιού. Το καλούπι του κάτω τμήματος φέρει και ένα αποσπόμενο μέρος, προκειμένου να είναι δυνατή η απομάκρυνση του καλουπιού μετά τη χύτευση.

Στο δεξί μέρος του σχήματος, διακρίνεται ο αγωγός έγχυσης του λιωμένου μετάλλου. Το λιωμένο μέταλλο, ανέρχεται μέσω του αγωγού, τροφοδοτώντας το χυτό μέσω τριών πλαϊνών διόδων και του άνω μέρους του αγωγού. Δίπλα από τις πλαϊνές διόδους τροφοδότησης, διακρίνεται ο πυρήνας, με περιμετρική διαγράμμιση.

4.4 Χύτευση χειρός

Λόγω της μηχανοποίησης και της αυτοματοποίησης των χυτηρίων, η χύτευση χειρός περιορίζεται σε χύτευση μοναδιαίων κομματιών, σε χύτευση πολύ μεγάλων αντικειμένων, καθώς επίσης εφαρμόζεται για εκπαιδευτικούς σκοπούς.

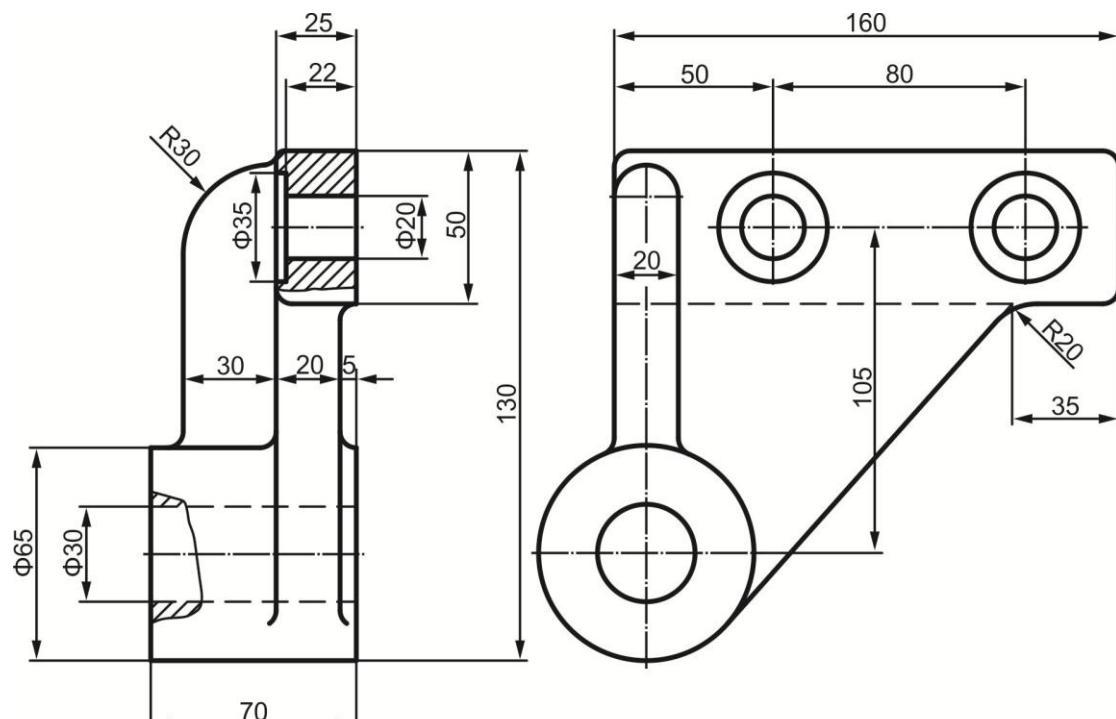
Τα πρότυπα που απαιτούνται για τη χύτευση χειρός, σχεδιάζονται διαφορετικά από τον τρόπο που σχεδιάζονται τα πρότυπα που χρησιμοποιούνται στις μηχανικές μεθόδους χύτευσης, λόγω του αριθμού ή του μεγέθους των χυτών που θα παραχθούν.

Τα μοντέλα που προέκυψαν από χύτευση χειρός έχουν τα εξής χαρακτηριστικά:

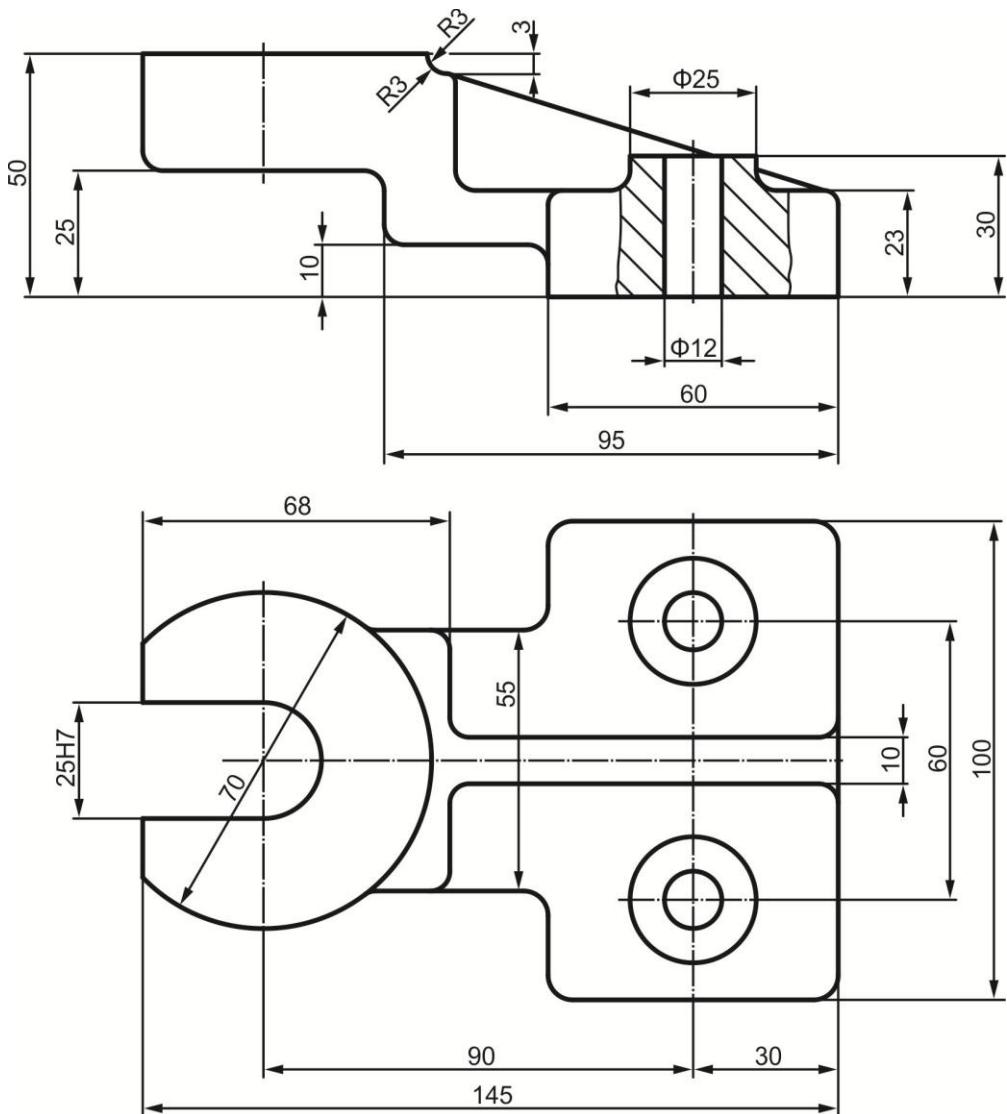
- δυνατότητα απομάκρυνσης του μοντέλου με το χέρι
- απλούστερη κατασκευή προτύπου
- απλούστερη τεχνική καλουπώματος.

Τα μεγάλα πρότυπα, με μικρό αριθμό χυτών, αποτελούν τυπικά μοντέλα της χύτευσης χειρός.

Ασκήσεις:



Σχήμα 4.38: Φλάντζα εδράνου



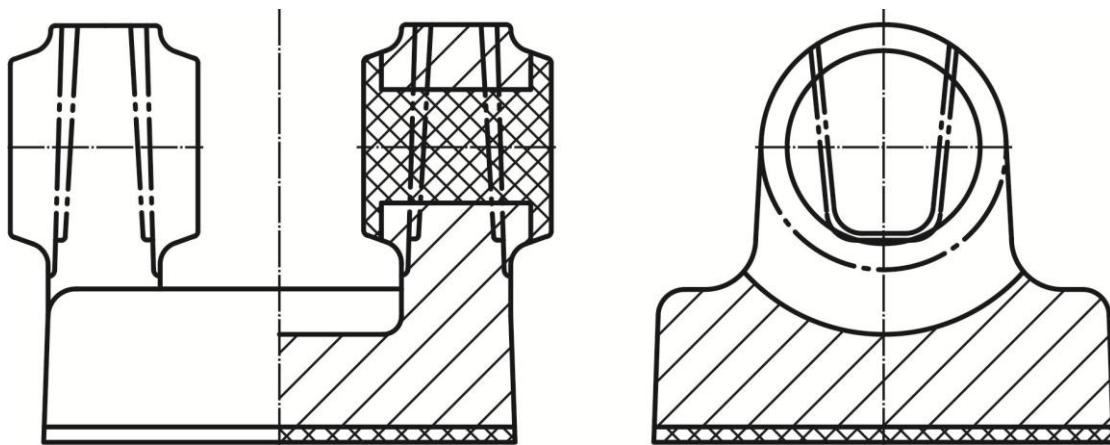
Σχήμα 4.39: Έδρανο

4.4.1 Πρότυπα με αποσπόμενα μέρη

Τα αποσπόμενα μέρη μπορούν να παρουσιαστούν στο σχέδιο διάταξης (κατασκευής) μοντέλου, καθώς επίσης και στο σχέδιο δομής της χύτευσης. Η διάτμηση των αποσπόμενων μερών σχεδιάζεται με παχειά αξονική γραμμή, όπως δηλαδή κάθε είδος διάτμησης μοντέλου. Τα αποσπόμενα μέρη διευκολύνουν την απομάκρυνση του καλουπτιού όταν πρόκειται για χυτά με περίπλοκη γεωμετρία.

Πλεονέκτημα των αποσπόμενων μερών είναι η δυνατότητα αποφυγής πυρήνων. Ιδιαίτερα σε μεγάλα μοντέλα είναι δυνατόν με αυτόν τον τρόπο να μειωθεί το κόστος κατασκευής. Μειονεκτήματα των αποσπόμενων μερών είναι το γεγονός ότι φθείρονται πρωτού φθαρεί το μοντέλο, καθώς και η πιθανότητα να χαθούν ή να σφηνώσουν και έτσι να υποστεί ζημιά το καλούπτι.

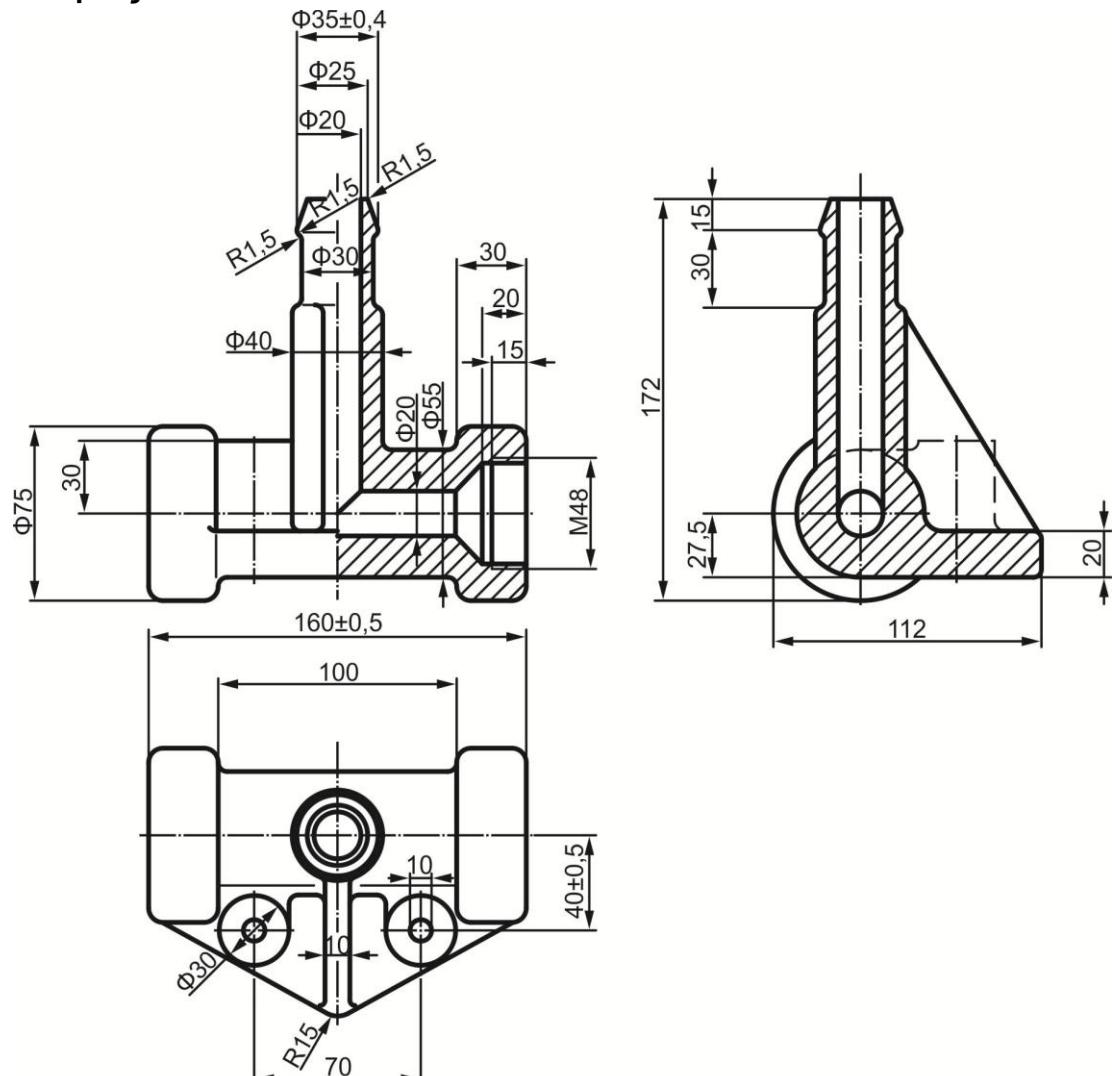
Το σχήμα 4.40 αποτελεί ένα παράδειγμα μοντέλου με αποσπόμενα μέρη, τα οποία είναι σχεδιασμένα με παχειά αξονική γραμμη. Κατά την αφαίρεση του χυτού από το καλούπι, θα αφαιρεθεί πρώτα κάθετα, το μεγαλύτερο κομμάτι του χυτού, ενώ τα αποσπόμενα μέρη θα παραμείνουν στο καλούπι.



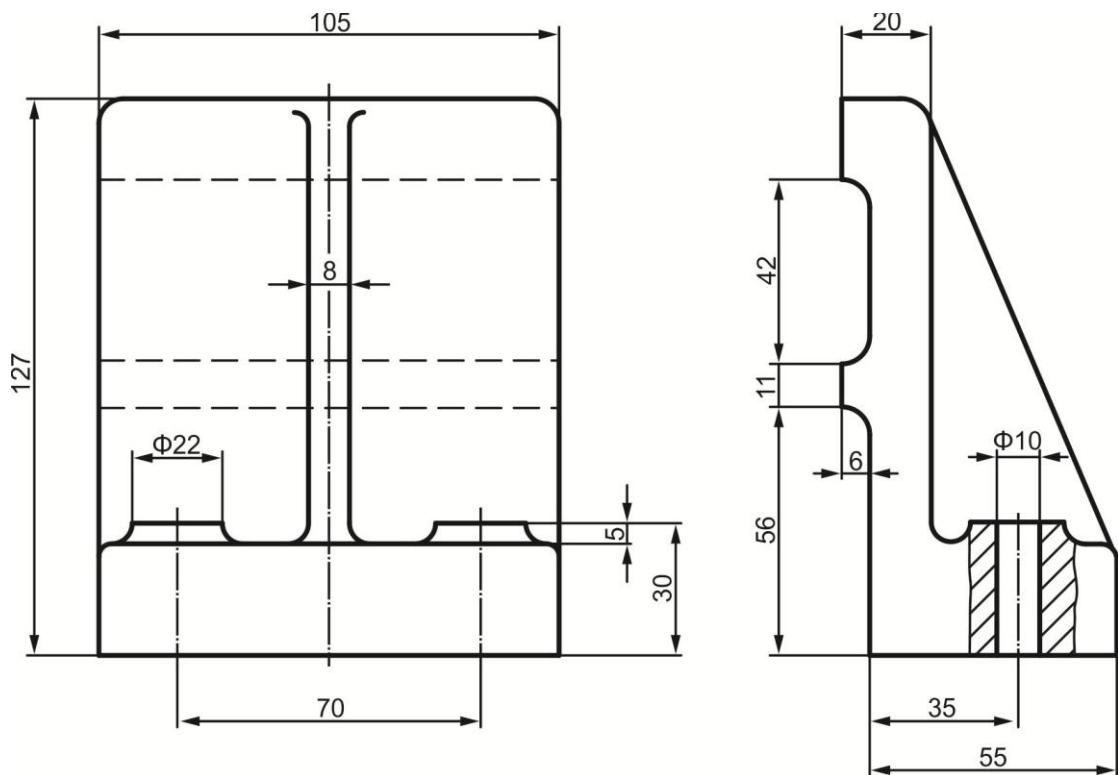
Σχήμα 4.40: Αναπαράσταση των αποσπόμενων μερών σε ένα σχέδιο διάταξης μοντέλου

Στη συνέχεια θα μετακινηθούν οριζόντια προς τα μέσα τα αποσπόμενα μέρη και μετά θα αφαιρεθούν καθέτως προς τα πάνω.

Ασκήσεις:



Σχήμα 4.41: Διακλαδωτής αέρα



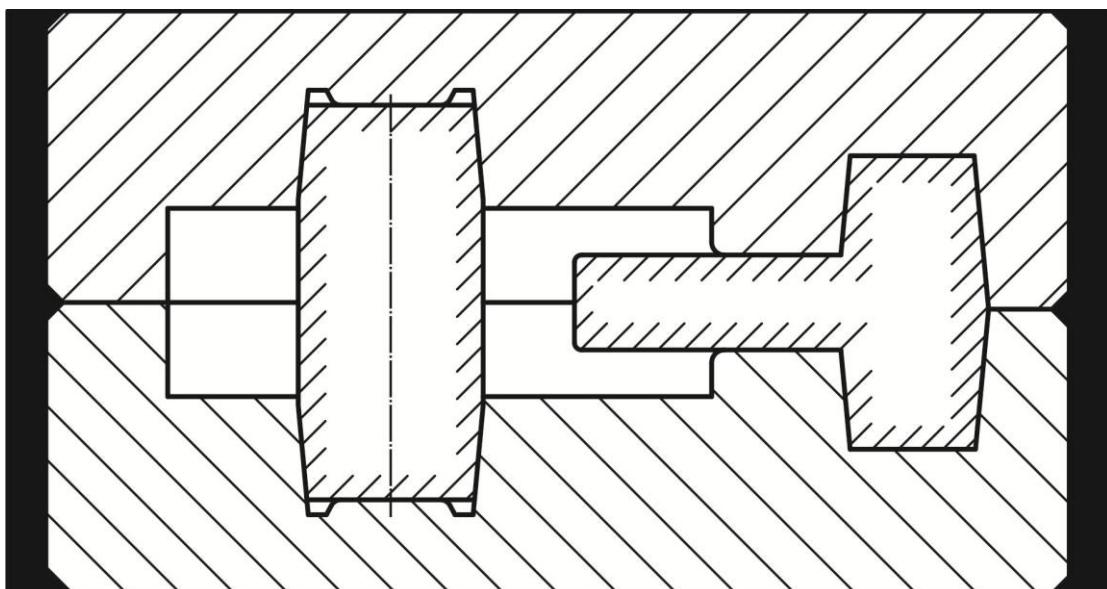
Σχήμα 4.42: Κονσόλα

4.5 Πρότυπα για μεγάλο αριθμό παραγωγής και παραγωγή καλουπιών για μηχανική χύτευση

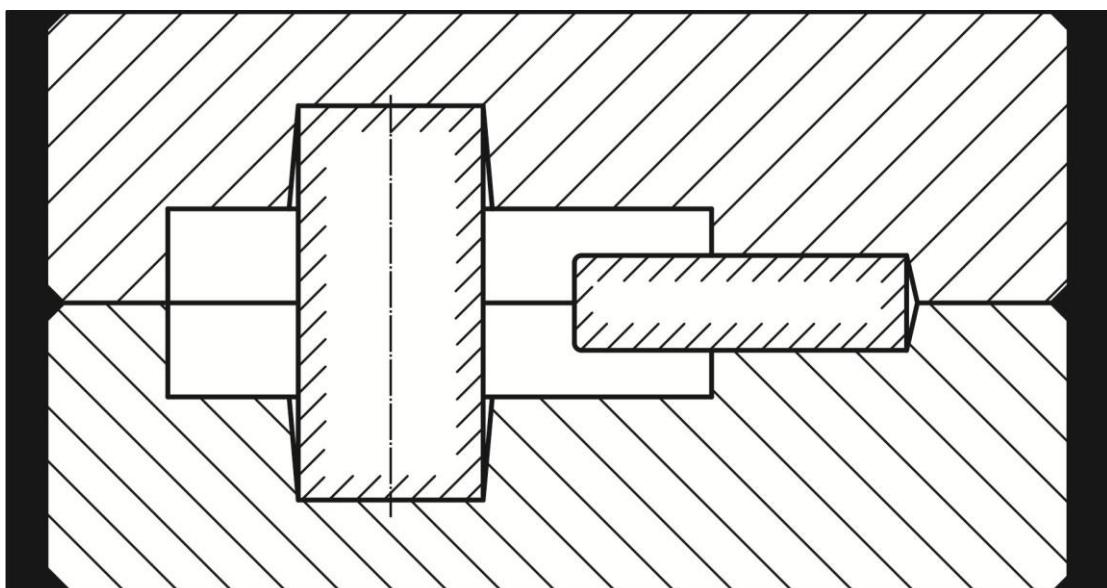
4.5.1 Διαφορές ως προς τον σχεδιασμό προτύπου σε σχέση με τη χύτευση χειρός

Στη μηχανική και αυτοματοποιημένη παραγωγή χυτών τεμαχίων, πρέπει να επιτευχθεί η καλύτερη δυνατή ποιότητα με το ελάχιστο δυνατό κόστος ανά τεμάχιο. Για να επιτευχθεί αυτό, θα πρέπει τα πρότυπα να έχουν τις παρακάτω προδιαγραφές:

- η διάταξη του καλουπιού θα πρέπει να είναι προσανατολισμένη για χρήση σε μηχανή και
- να έχει γίνει οικονομική σχεδίαση της διάταξης μοντέλου.

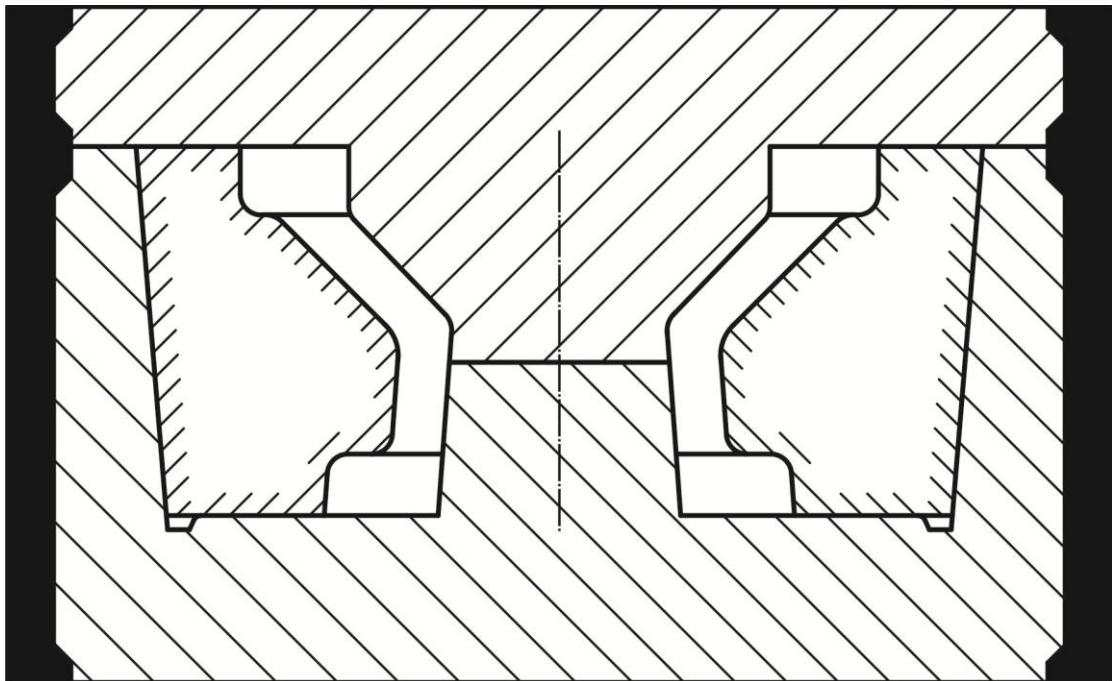


Σχήμα 4.43: Καλούπι κατάλληλο για μαζική παραγωγή

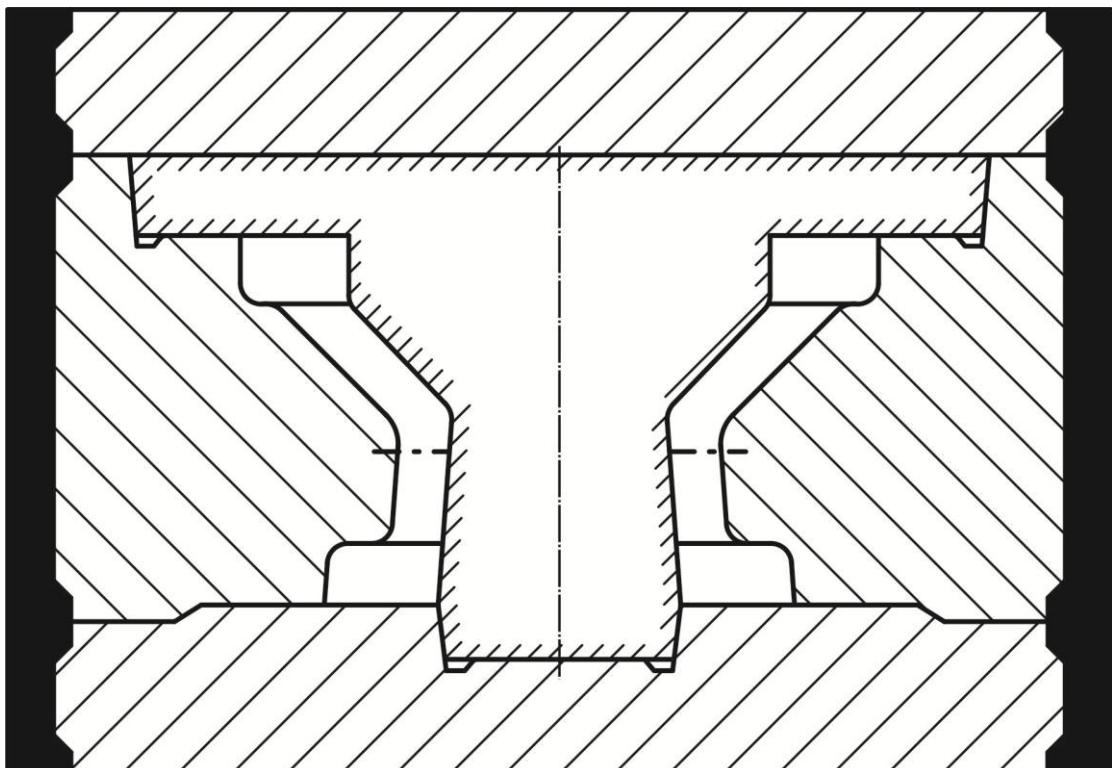


Σχήμα 4.44: Καλούπι ακατάλληλο για μαζική παραγωγή

Κατά το σχεδιασμό του μοντέλου, θα πρέπει να είναι ήδη γνωστή η μέθοδος μηχανικής χύτευσης που θα εφαρμοστεί. Έτσι, θα καθοριστεί αν η πλάκα μοντέλου που θα κατασκευαστεί, θα είναι παραδείγματος χάριν περιστρεφόμενη ή διπλής όψεως. Εκτός από τα καλούπια, θα πρέπει και η κατασκευή των πλαισίων των πυρήνων να είναι προσανατολισμένη για τη χρήση τους σε μηχανική μέθοδο χύτευσης.



Σχήμα 4.45: Καλούπι κατάλληλο για μηχανική χύτευση



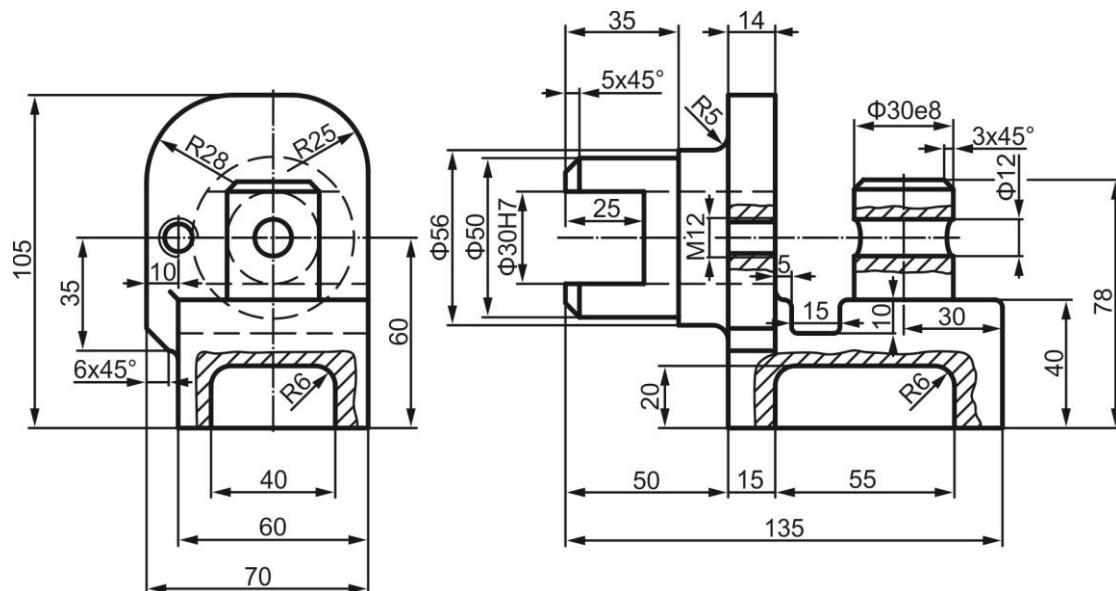
Σχήμα 4.46: Καλούπι ακατάλληλο για μηχανική χύτευση

Το σχέδιο διάταξης μοντέλου καθορίζει το κόστος του χυτού, πχ. ανάλογα με τη χρήση ή όχι πυρήνα.

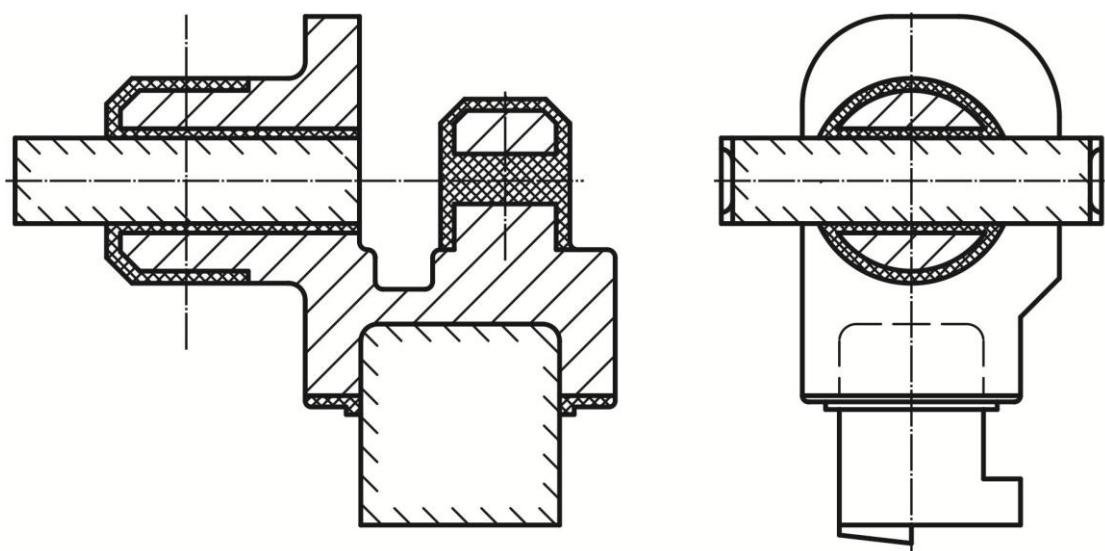
Τα σχέδια 4.43 έως 4.46, αποτελούν παραδείγματα κατάλληλων ή μη καλουπιών για μαζική παραγωγή και μηχανική χύτευση.

4.5.2 Σχέδια για μεγάλο αριθμόν χυτών

Ένα χυτό μπορεί να σχεδιαστεί σωστά, μόνο αν ο σχεδιαστής έχει την ικανότητα να συλλάβει τη μορφή του αντικειμένου στο χώρο. Γ' αυτό τον λόγο είναι σημαντική, για εκπαιδευτικούς σκοπούς, η προοπτική αναπαράστασης του αντικειμένου. Έτσι, μέσω της προοπτικής αναπαράστασης είναι πιο εύκολο να υλοποιηθεί η διάταξη του μοντέλου, σε σχέση με την αναπαράσταση που προσφέρεται μέσω των μηχανολογικών σχεδίων παραγωγής.



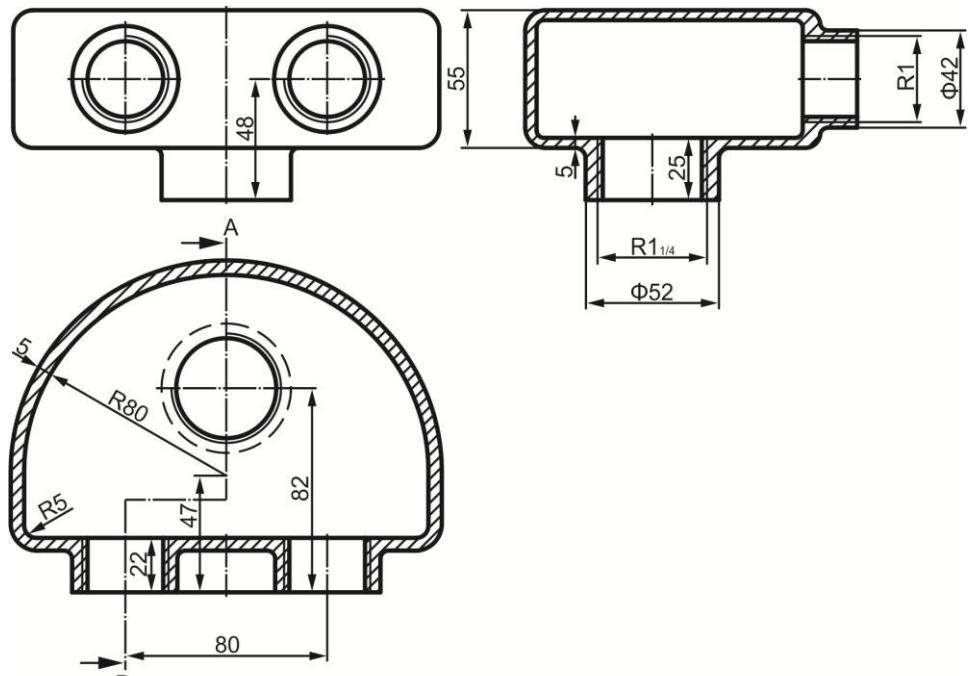
Σχήμα 4.47: Κατασκευαστικό σχέδιο άρθρωσης



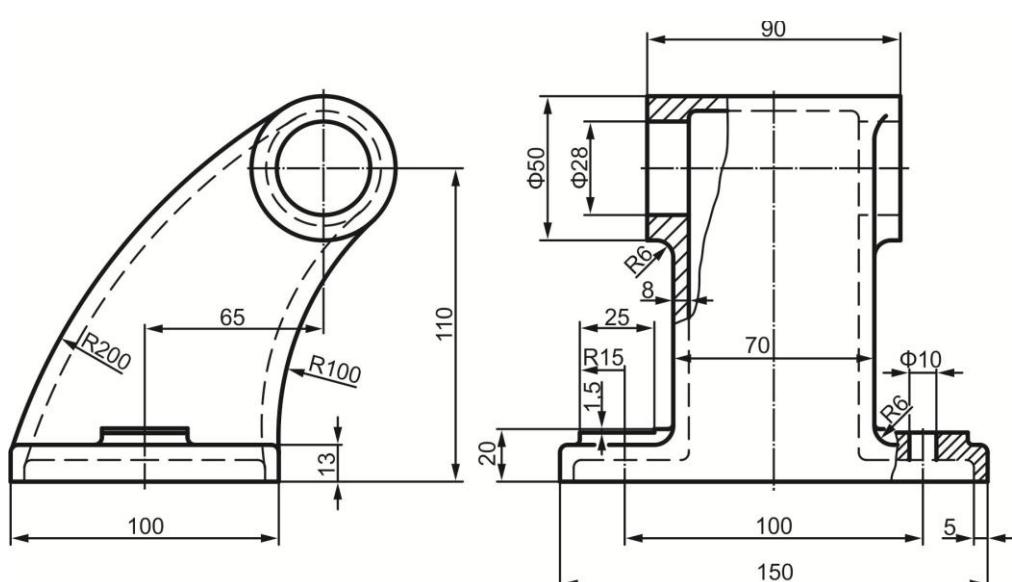
Σχήμα 4.48: Σχέδιο διάταξης μοντέλου για άρθρωση

Το σχήμα 4.47 παρουσιάζει ένα μηχανολογικό σχέδιο άρθρωσης και το σχήμα 4.48 το αντίστοιχο σχέδιο διάταξης μοντέλου. Ο αριστερός πυρήνας, περιβάλλεται από παρέμβυσμα άμμου, στο πάνω καθώς επίσης και στο κάτω πλαίσιο, έτσι ώστε να μην εμποδίζεται η τοποθέτηση του πυρήνα, από άμμο που πιθανώς πέφτει ή παρασύρεται. Ο κάτω πυρήνας περιέχει μια «κλειδαριά» πυρήνα, προκειμένου να αποφευχθεί η μετακίνησή του. Η «κλειδαριά» διακρίνεται στην πλάγια όψη του σχεδίου. Μέσω των παρεμβυσμάτων άμμου, αποφεύγονται οι πιέσεις στις ακμές του καλουπιού. Η λωρίδα πίεσης αντιστοιχεί σε μία μεγενθυμένη περιοχή περαιτέρω επεξεργασίας.

Ασκήσεις:



Σχήμα 4.49: Εξωτερικό περίβλημα διανομέα

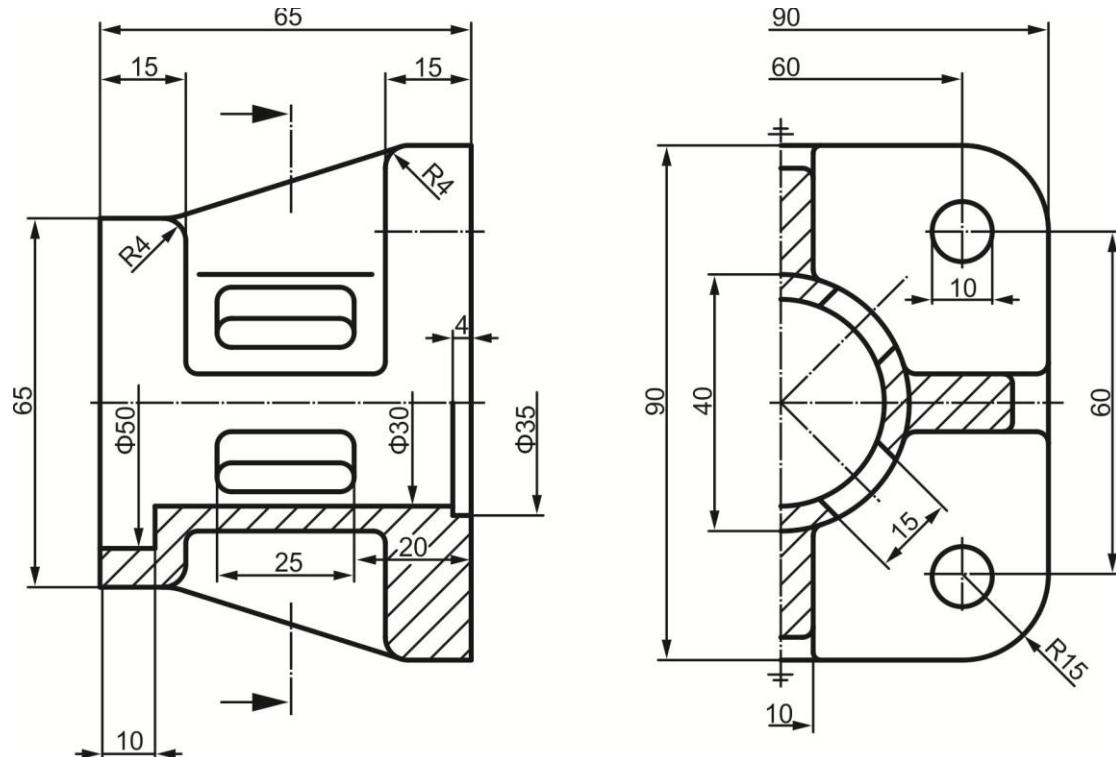


Σχήμα 4.50: Εξωτερικό περίβλημα εδράνου

4.5.3 Ασφάλειες πυρήνα

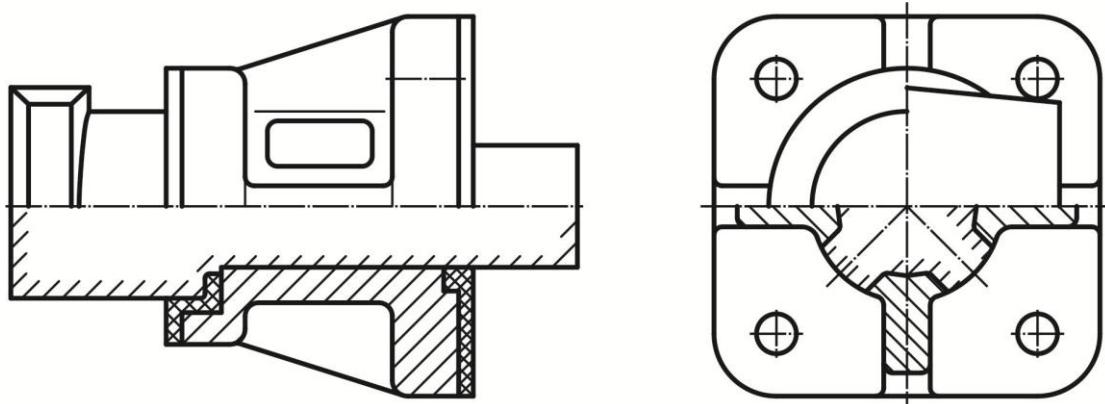
4.5.3.1 Ασφάλειες πυρήνα ενάντια στη στρέψη

Οι ασφάλειες αυτές αποτέλουν τη στρέψη του πυρήνα. Η αναγκαιότητα των ασφαλειών αυτών παρουσιάζεται μέσω των σχημάτων 4.51 και 4.52.



Σχήμα 4.51: Κατσκευαστικό σχέδιο ατράκτου

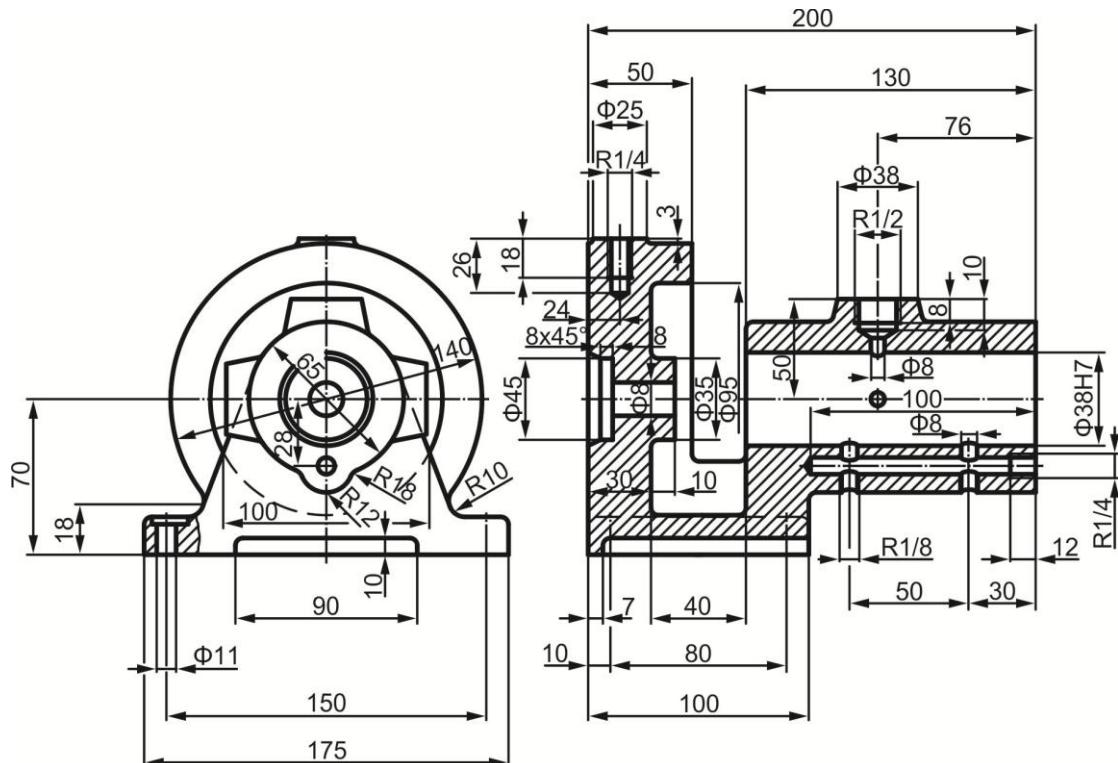
Οι τέσσερις διατρήσεις της ατράκτου βρίσκονται υπό γωνία 45° ως προς τα νεύρα. Προκειμένου να είναι εύκολη η απομάκρυνση του μοντέλου, οι διατρήσεις διαμορφώνονται χωρίς τη χρήση πυρήνων με εγκοπή και η εξωτερική ακτίνα παραλείπεται.



Σχήμα 4.52: Σχέδιο διάταξης μοντέλου για άτρακτο, με χρήση ασφάλειας πυρήνα ενάντια στη στρέψη

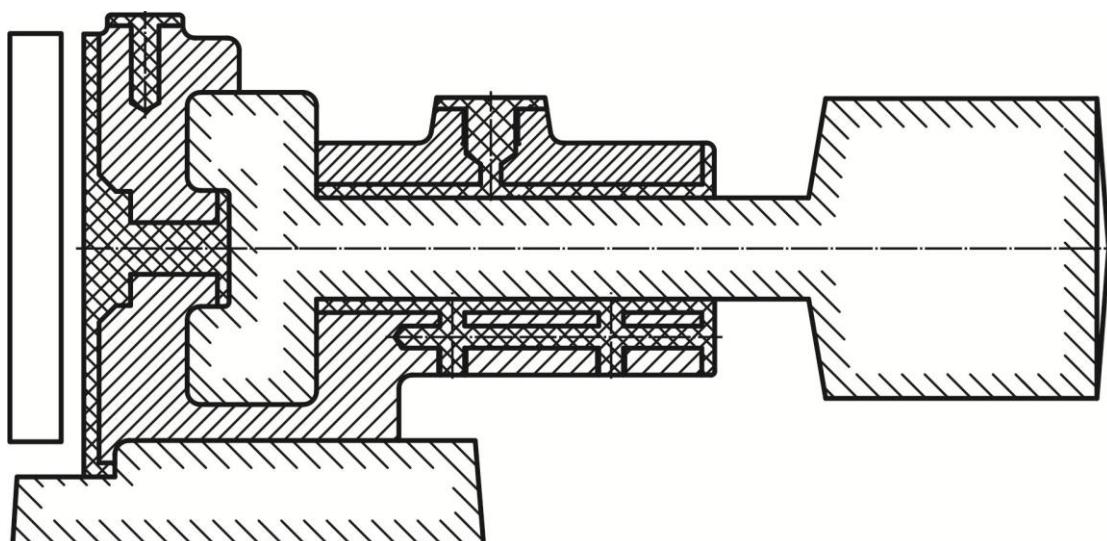
4.5.3.2 Ασφάλεις πυρήνα ενάντια στη μετατόπιση

Οι ασφάλειες αυτές αποτρέπουν τη μετατόπιση του πυρήνα. Η αναγκαιότητα των συγκεκριμένων ασφαλειών παρουσιάζεται μέσω των σχημάτων 4.53 και 4.54.



Σχήμα 4.53: Κατασκευαστικό σχέδιο εξωτερικού περιβλήματος βαλβίδας

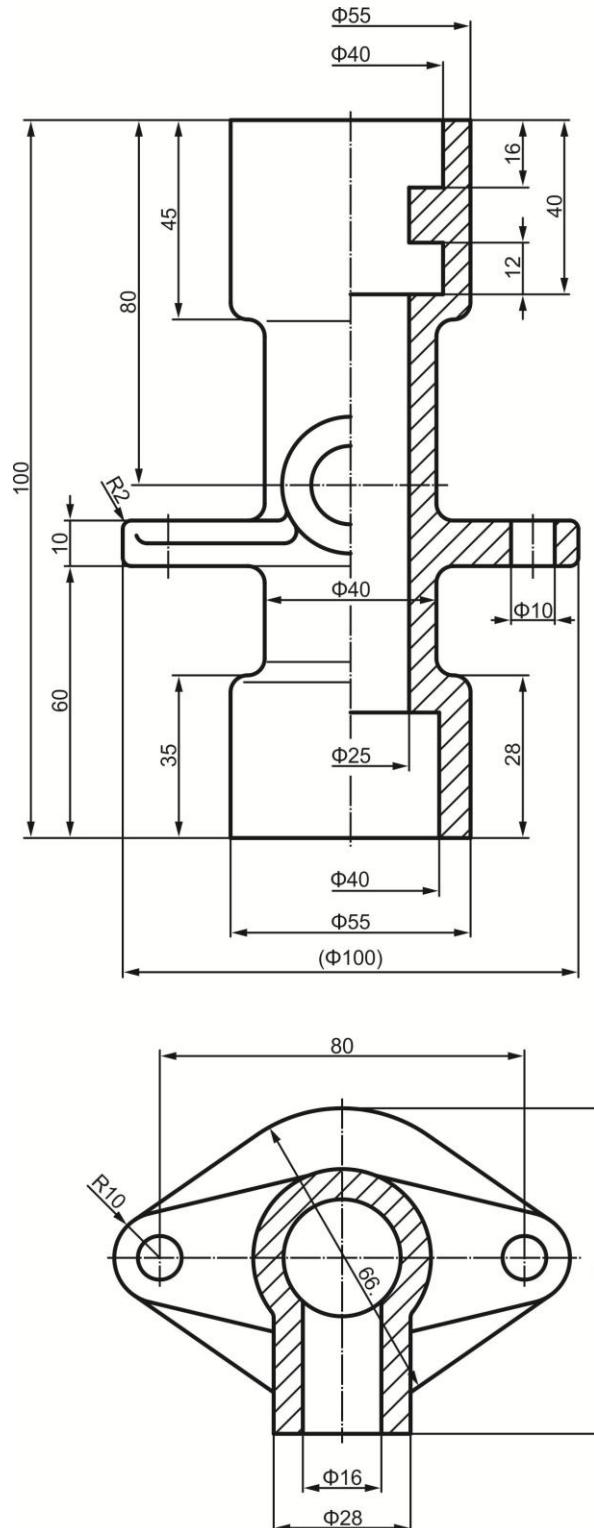
Στο σχήμα 4.54, η ασφάλεια μετατόπισης, αποτρέπει τον πυρήνα από το να γλιστρήσει προς τα αριστερά του καλουπιού. Το μεγαλύτερο μέρος του βάρους του πυρήνα βρίσκεται στην περιοχή έδρασής του, στην προκειμένη περίπτωση στη δεξιά πλευρά του σχεδίου. Ο εξωτερικός πυρήνας, κάτω αριστερά, διασφαλίζεται μέσω του όγκου του, χωρίς τη χρήση ασφάλειας.



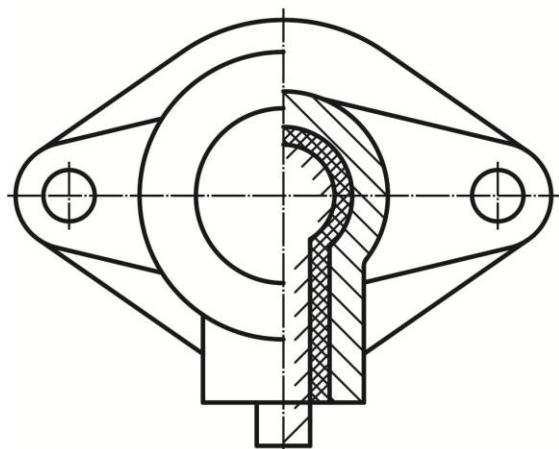
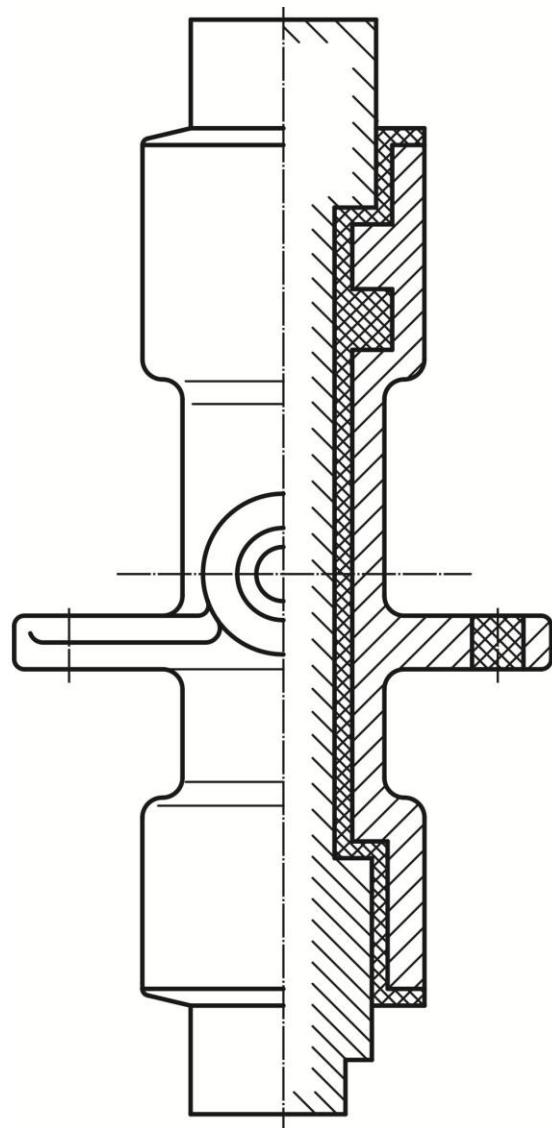
Σχήμα 4.54: Σχέδιο διάταξης μοντέλου για εξωτερικό περίβλημα βαλβίδας, με χρήση ασφάλειας πυρύνα ενάντια στη μετατόπιση

4.5.3.3 Ασφάλεια τοποθέτησης

Ο συγκεκριμένος τύπος ασφάλειας, εξασφαλίζει τη σωστή τοποθέτηση του πυρήνα. Στο σχήμα 4.56, παραδείγματος χάριν, ο πυρήνας θα μπορούσε να έχει τοποθετηθεί περιστραμένος κατά 180° . Για να αποτραπεί αυτό το γεγόνος, δημιουργείται μία εγκοπή στον πυρήνα και μία αντίστοιχη εσοχή στο καλούπι, ώστε να αποκλείεται η λανθασμένη τοποθέτησή του στο καλούπι.

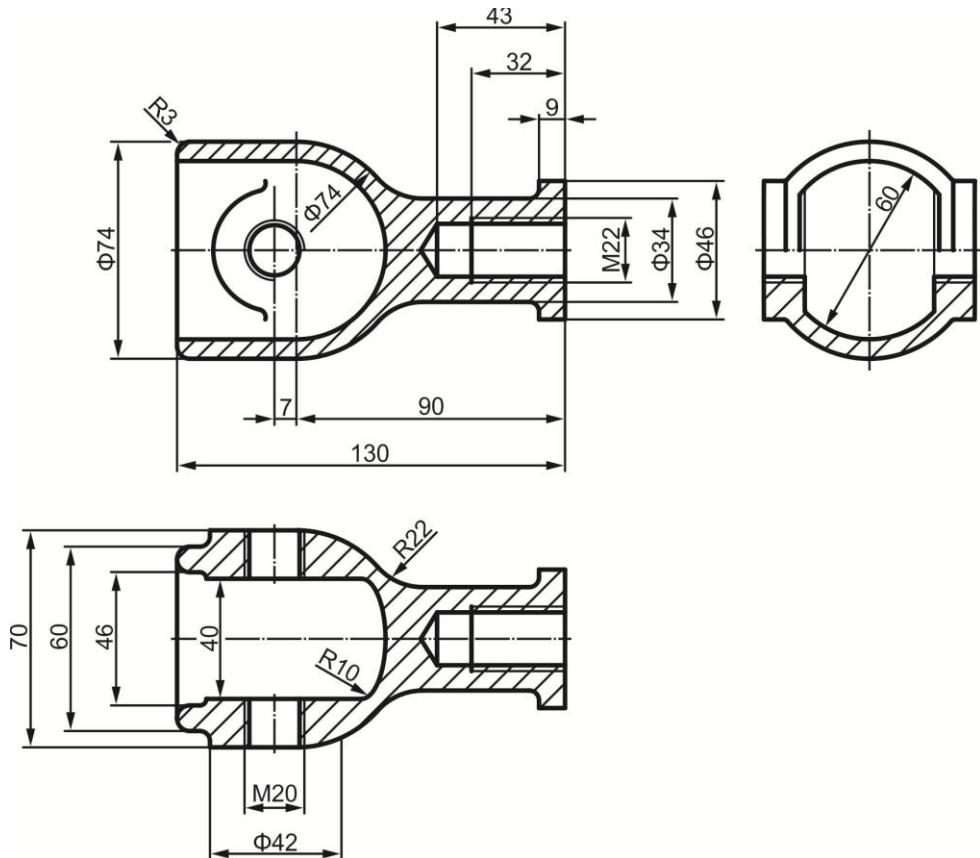


Σχήμα 4.55: Κατασκευαστικό σχέδιο εξωτερικού περιβλήματος φλάντζας

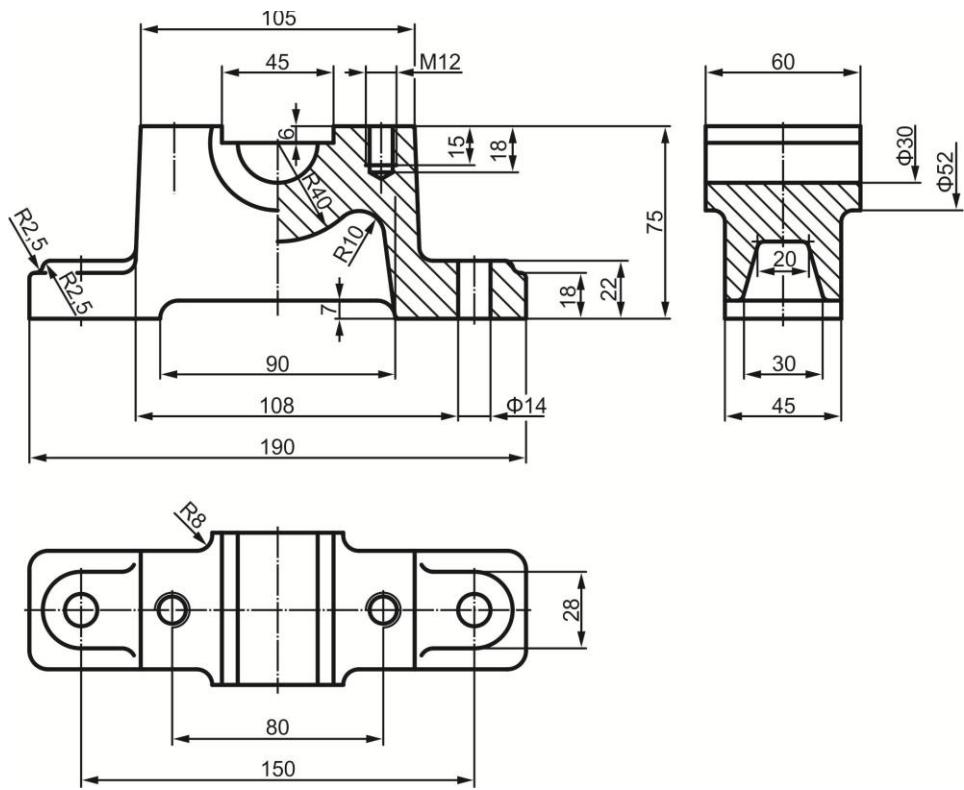


Σχήμα 4.56: Σχέδιο διάταξης μοντέλου εξωτερικού περιβλήματος φλάντζας με ασφάλεια τοποθέτησης

Ασκήσεις:



Σχήμα 4.57: Σταυρός

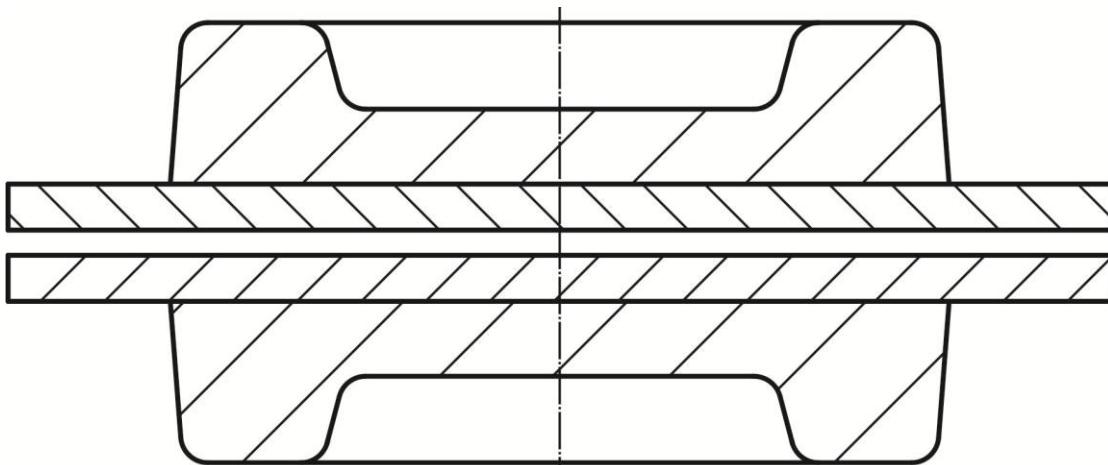


Σχήμα 4.58: Όρθιο έδρανο

4.5.4 Διατάξεις πλακών μοντέλου

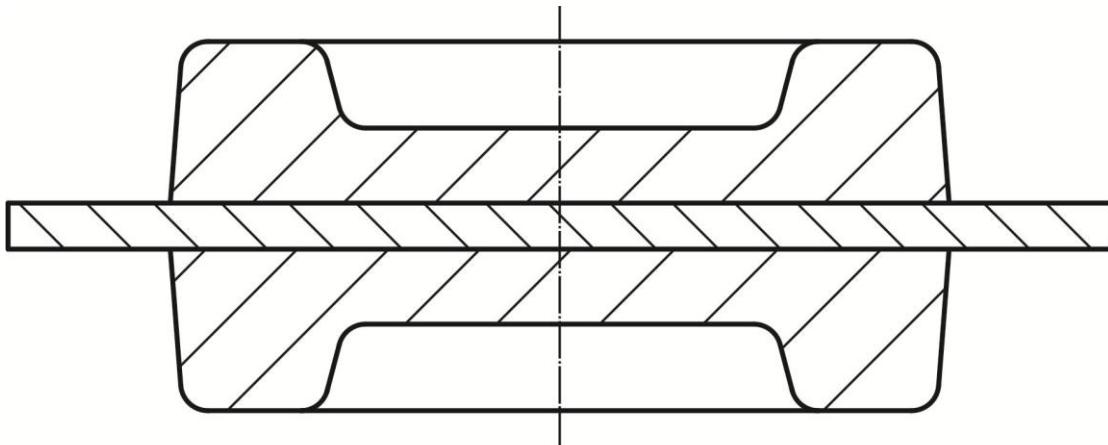
Οι διατάξεις πλακών μοντέλου κατασκευάζονται από ξύλο, ρητίνη ή μέταλλο. Στα σχήματα 4.59 έως 4.64, παρουσιάζεται μία σειρά από διατάξεις πλακών μοντέλου, που τονίζουν τις διαφορετικές λύσεις, ανάλογα με τις απαιτήσεις του καλουπιού.

Στο σχήμα 4.59 η διάταξη αποτελείται από δύο πλάκες μοντέλου μιας όψεως. Η συγκεκριμένη λύση είναι η πιο συνηθισμένη. Με έντονη διαγράμμιση σχεδιάζονται οι δύο πλάκες και τα μοντέλα με αραιή διαγράμμιση. Με κάθε μία από τις δύο πλάκες μορφοποιείται το πάνω και αντίστοιχα κάτω μέρος του καλουπιού. Στη συνέχεια ενώνωνται και σχηματίζεται το ολικό καλούπτι.



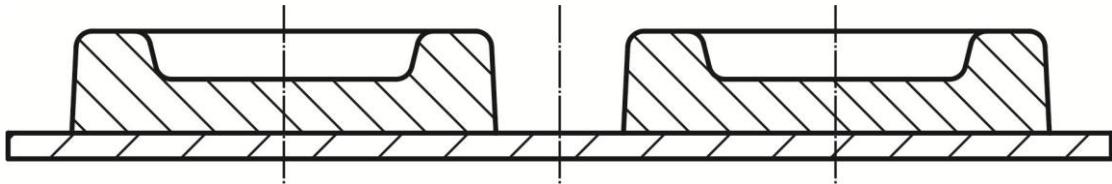
Σχήμα 4.59: Διάταξη πλακών μοντέλου, αποτελούμενη από δύο πλάκες μοντέλου μονής όψεως

Στο σχήμα 4.60 παρουσιάζεται μία πλάκα μοντέλου διπλής όψεως, η οποία απαιτείται για τη μορφοποίηση καλουπιών χωρίς πλαίσιο, με τον τρόπο που αναλύθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο.



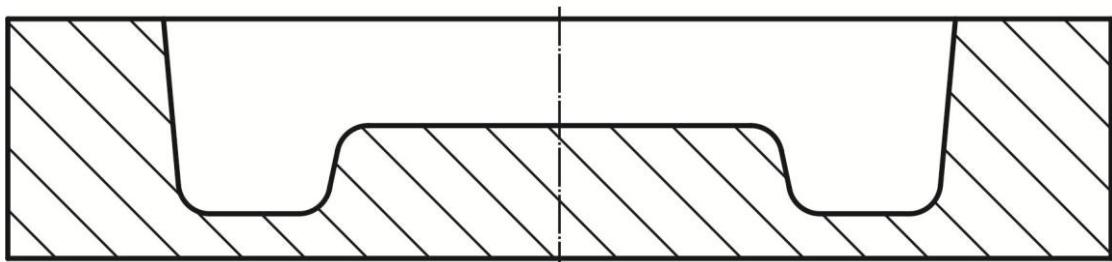
Σχήμα 4.60: Διάταξη πλάκας μοντέλου διπλής όψεως

Στο σχήμα 4.61 παρουσιάζεται μία πλάκα μοντέλου περιστροφής, η οποία χρησιμοποιείται στη μέθοδο χύτευσης κελύφους. Το σύστημα χύτευσης, στην περίπτωση αυτή, απλοποιείται διότι η χύτευση πραγματοποιείται σε κατακόρυφη θέση.



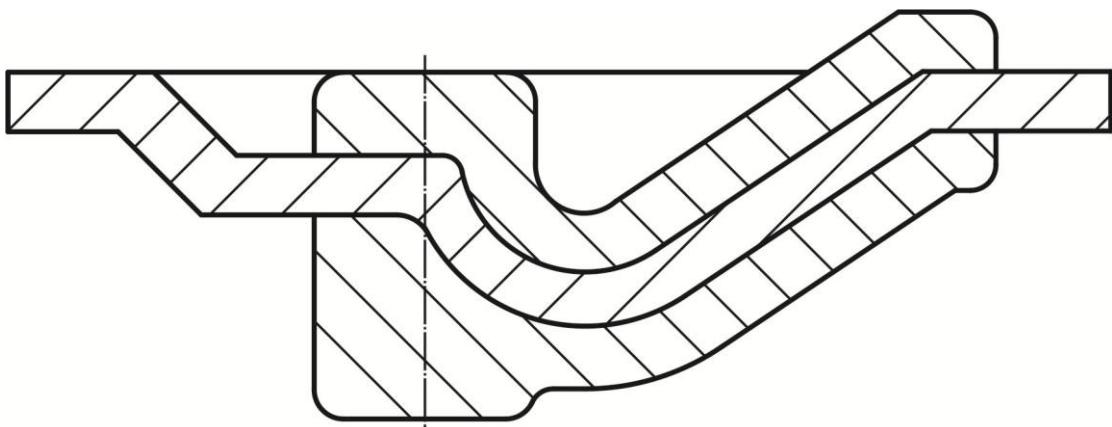
Σχήμα 4.61: Περιστρεφόμενη πλάκα μοντέλου

Στο σχήμα 4.62 παρουσιάζεται η αντίθετη πλάκα μοντέλου του σχήματος 4.59, είναι δηλαδή το μισό μέρος του καλουπιού.

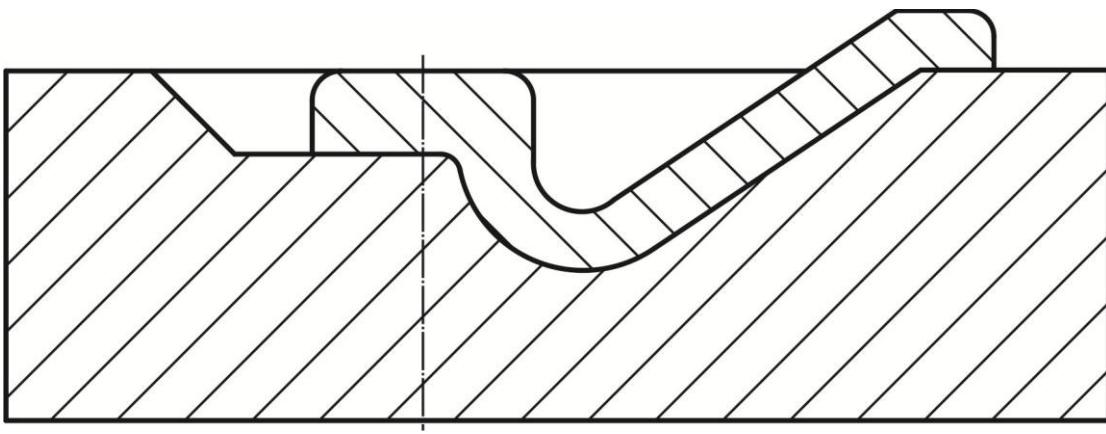


Σχήμα 4.62: Αντίθετη πλάκα μοντέλου

Το σχήμα 4.63 παρουσιάζει μία ανάγλυφη πλάκα μοντέλου διπλής όψεως, με πολυεπίπεδη διάτμηση. Σε διαφορετική μέθοδο, για την ίδια μορφοποίηση, θα ήταν δυνατόν να χρησιμοποιηθούν δύο πλάκες μοντέλου διπλής όψεως, όπως αυτή του σχήματος 4.64.

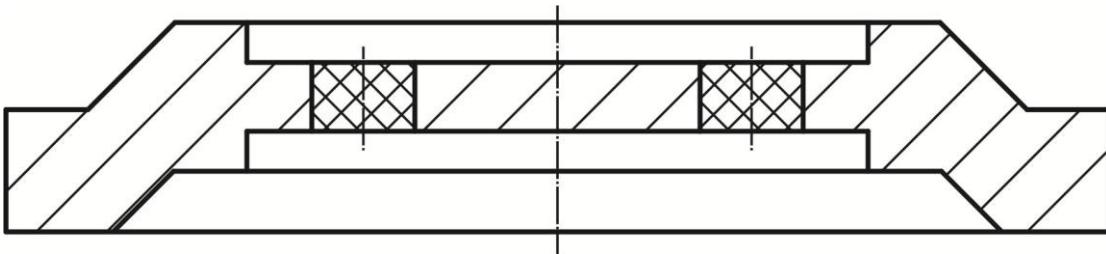


Σχήμα 4.63: Ανάγλυφη πλάκα μοντέλου



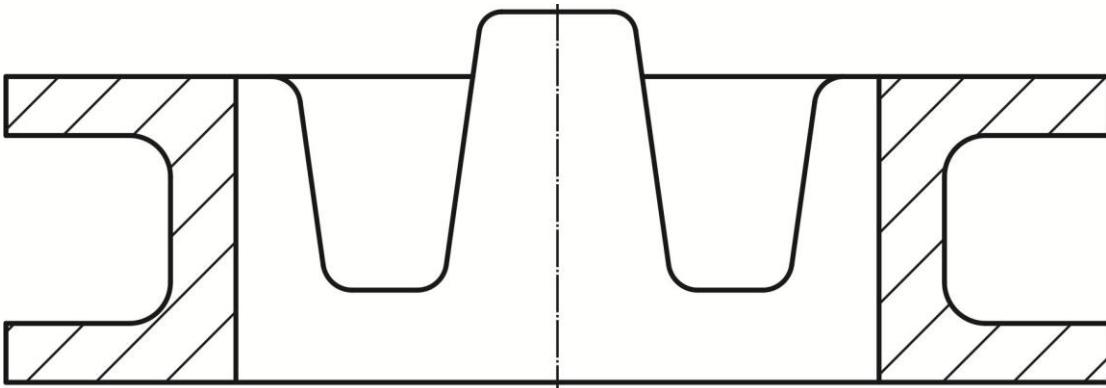
Σχήμα 4.64: Απλοποιημένη πλάκα μοντέλου που προέκυψε από το σχήμα 4.62

Το σχήμα 4.65 παρουσιάζει έναν φορέα πλάκας μοντέλου. Οι μηχανές μορφοποίησης έχουν εγκατεστημένους φορείς πλακών μοντέλου, συγκεκριμένων διαστάσεων, όπου τοποθετούνται οι διαφορετικές πλάκες μοντέλου ανά περίπτωση. Στο συγκεκριμένο σχήμα, η στερέωση της πλάκας μοντέλου, γίνεται μαγνητικά.



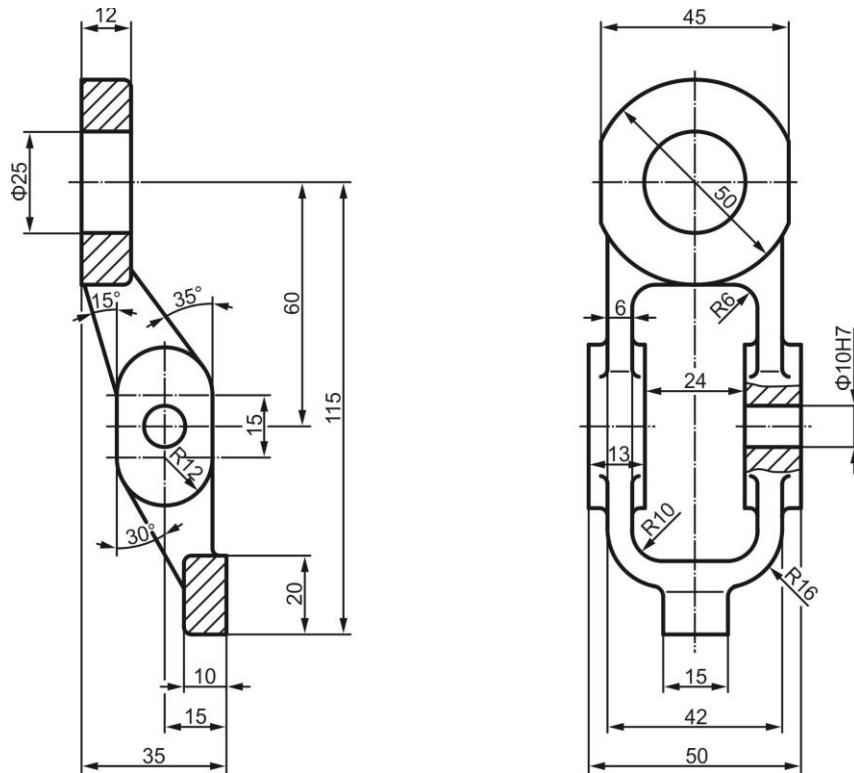
Σχήμα 4.65: Φορέας πλακών μοντέλου

Στο σχήμα 4.66 φαίνεται η κατασκευή μίας συμπαγούς πλάκας μοντέλου. Πρόκειται για μία πλάκα μοντέλου από ρητίνη με πλαίσιο από χυτοσίδηρο.

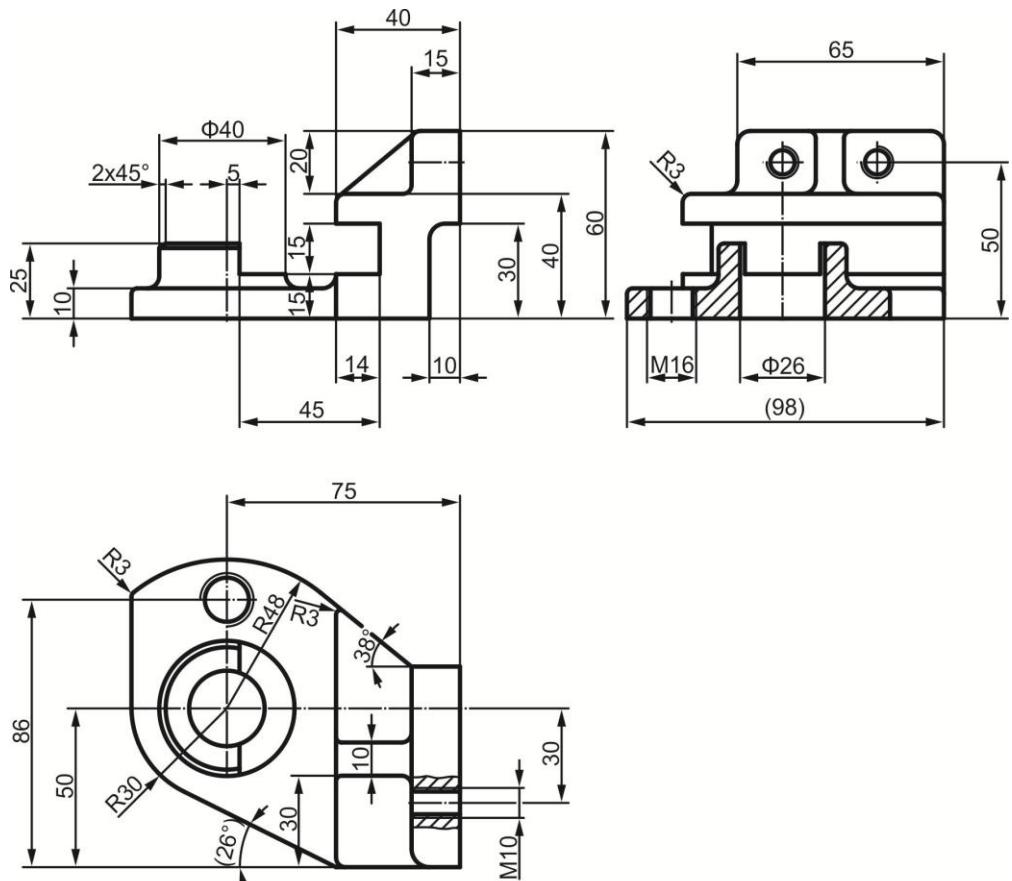


Σχήμα 4.66: Συμπαγής πλάκα μοντέλου

Ασκήσεις:



Σχήμα 4.67: Μοχλός

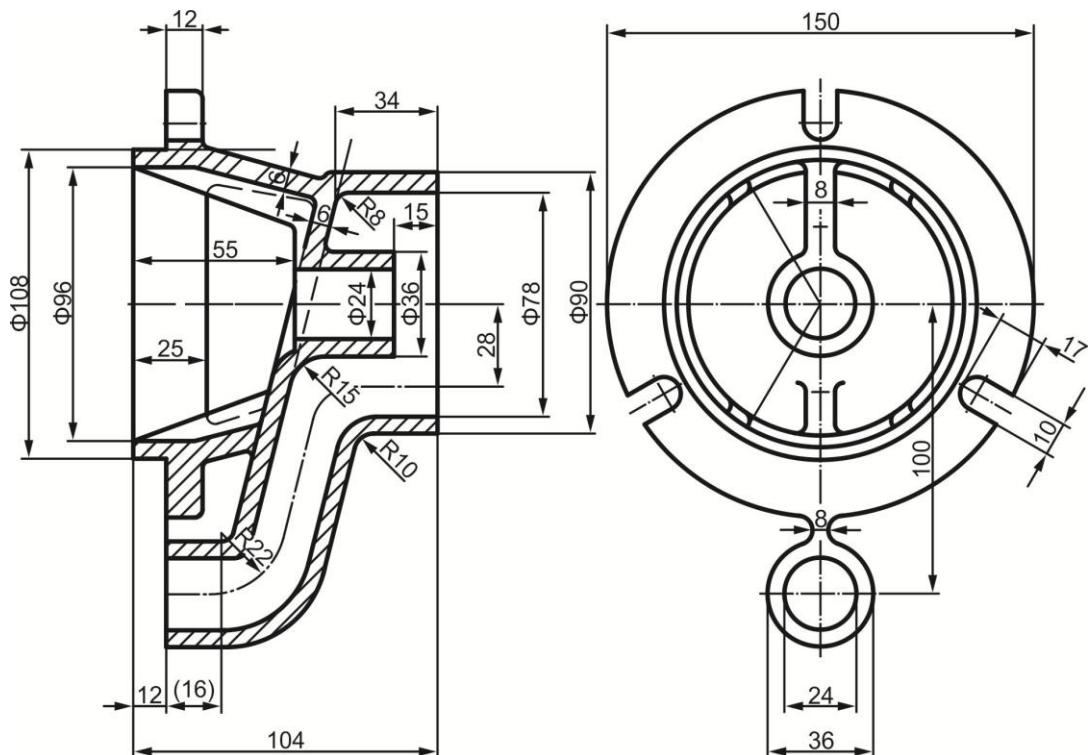


Σχήμα 4.68: Φλάντζα

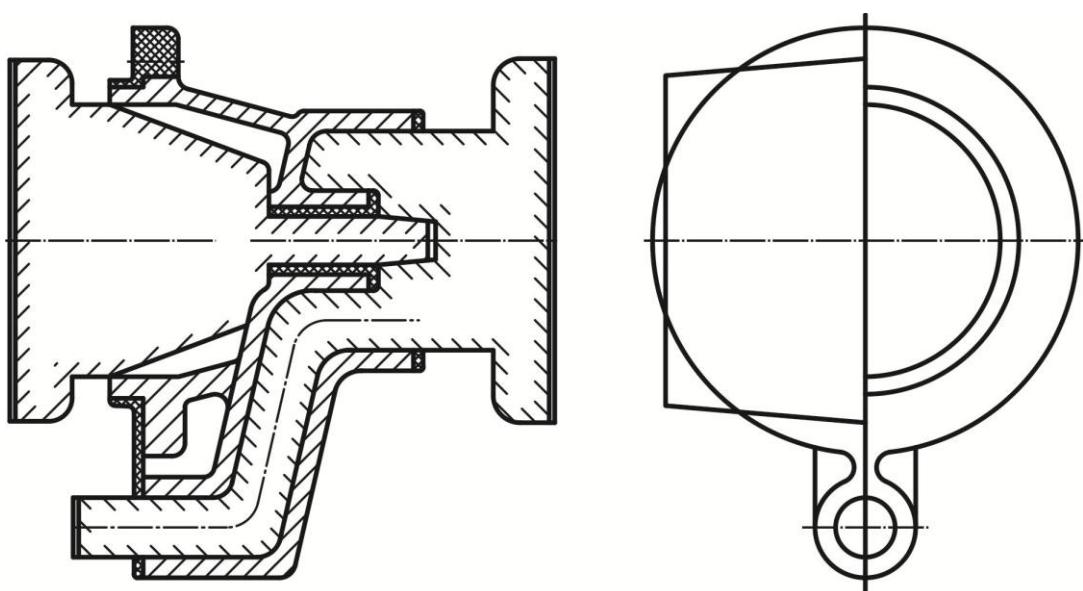
4.6 Σύνολα πυρήνων

Η μείωση ή η αποφυγή των πυρήνων, μειώνει το κόστος παραγωγής των χυτών τεμαχίων. Από την άλλη όμως πλευρά, η χρήση πολλαπλών πυρήνων, βοηθά στην εύκολη απομάκρυνση του μοντέλου από το καλούπι. Για τους παραπάνω λόγους, σχεδιάζονται σύνολα πυρήνων, όταν ένας πολυσύνθετος πυρήνας είναι δυνατόν να κατασκευαστεί από περισσότερους επιμέρους πυρήνες.

Τα σχήματα 4.69 και 4.70, παρουσιάζουν την ανάγκη να διαμεριστεί ένας ολικός πυρήνας, προκειμένου να καταστεί δυνατή ή πιο απλή, η απομάκρυνση του.

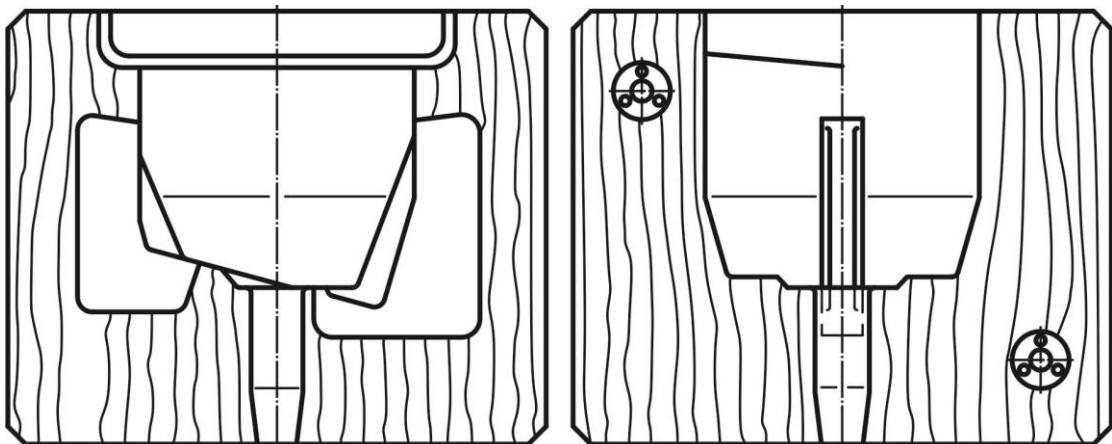


Σχήμα 4.69: Κατασκευαστικό σχέδιο στομίου αναρρόφησης

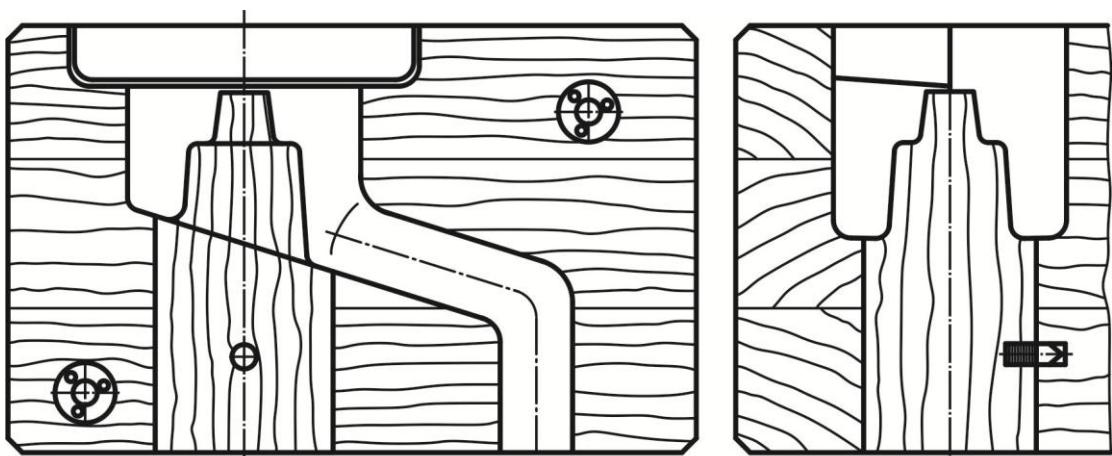


Σχήμα 4.70: Σχέδιο διάταξης μοντέλου στομίου αναρρόφησης

Τα σχήματα 4.71 και 4.72 παρουσιάζουν τα σχέδια των καλουπιών των δύο πυρήνων.

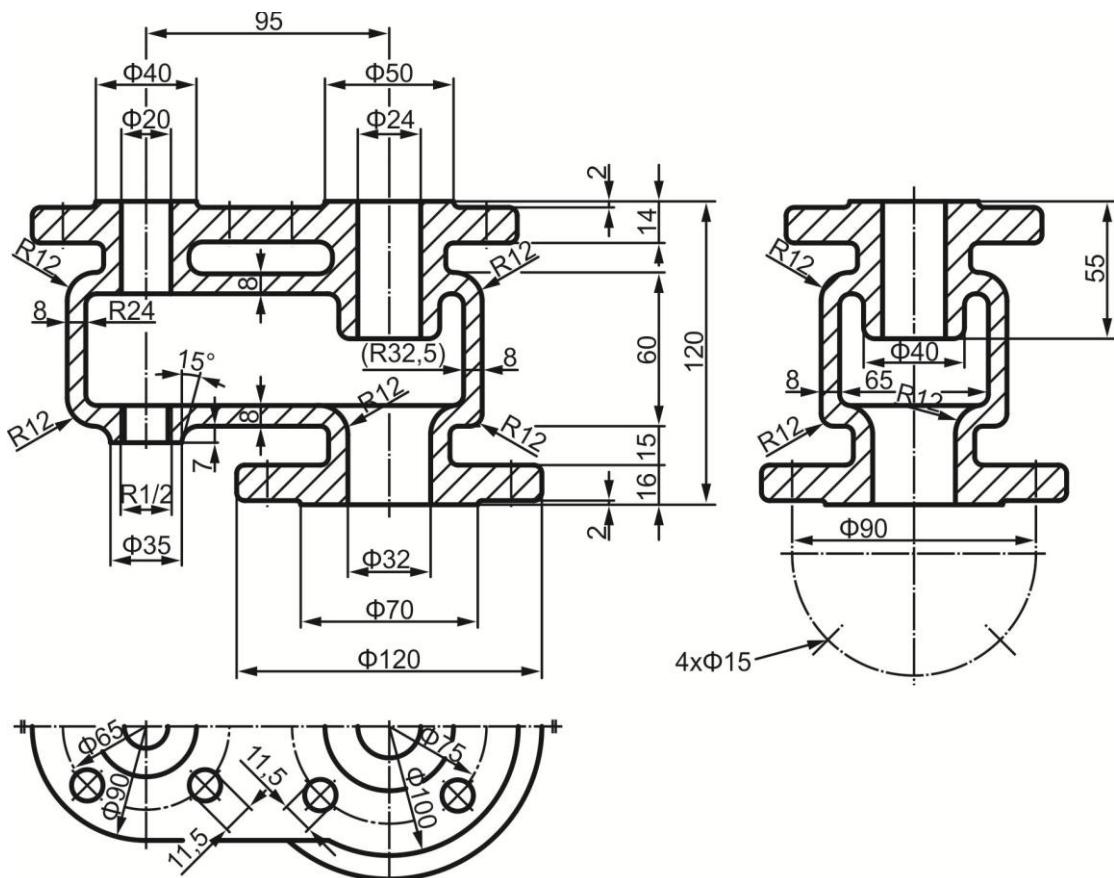


Σχήμα 4.71: Πλαίσιο του πρώτου πυρήνα του στομίου αναρρόφησης



Σχήμα 4.72: Πλαίσιο του δευτέρου πυρήνα του στομίου αναρρόφησης

Άσκηση:



Σχήμα 4.73: Κεφαλή διανομέα

5. Σύνοψη

Στην παρούσα εργασία έγινε η ανάπτυξη ενός εγχειριδίου για το εξειδικευμένο τεχνικό σχέδιο χύτευσης. Καθότι η ελληνική βιβλιογραφία στο συγκεκριμένο θέμα είναι ελλιπής, έγινε προσπάθεια να αποδοθούν με τον καλύτερο δυνατό τρόπο οι τεχνικοί όροι. Τα σχέδια σε κάθε κεφάλαιο είναι ενδεικτικά, προκειμένου να αποκτήσουν οι ενδιαφερόμενοι μία πρώτη επαφή με τον τρόπο και τους κανονισμούς σχεδίασης. Επίσης, μέσω της ανάλυσης των σχεδίων, αντλούνται πληροφορίες για την εκάστοτε τεχνική.

Η σχεδίαση του προτύπου, του καλουπιού και του πυρήνα, είναι πρωταρχικής σημασίας, προκειμένου να είναι επιτυχής η μορφοποίηση με τη μέθοδο της χύτευσης. Μέσω της σχεδίασης καθορίζονται διάφορα τεχνικά ζητήματα, όπως είναι παραδείγματος χάριν η θέση του οχετού πλήρωσης και του οχετού εξαγωγής ή η διάτμηση του καλουπιού, του προτύπου και του πυρήνα. Η συγκεκριμένη διπλωματική εργασία, αποτελεί λοιπόν, μία μικρή και σύντομη προσέγγιση στον σημαντικό τομέα του τεχνικού σχεδίου χύτευσης.

6. Βιβλιογραφία

- Αντωνιάδης, Α. Θ. & Πανταζόπουλος, Γ. 2002, *Μηχανουργική Τεχνολογία II – Κατεργασίες Διαμόρφωσης*, ΟΕΔΒ, Αθήνα
- Αντωνιάδης, Α. Θ. 2006, *Μηχανολογικό Σχέδιο*, Τζιόλα, Θεσσαλονίκη
- Bührig-Polaczek, A. 2006, *Anschnitt- und Speisertechnik, σημειώσεις του τμήματος Maschinenbau του Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule*, Aachen 2006
- Fritz, A. H. & Schulze, G. 2010, *Fertigungstechnik*, Springer-Verlag, Berlin
- Roller, R. & Heidler, H. 1989, *Technisches Zeichnen für Gießerei und Modellbau*, Verlag Handwerk und Technik G.m.b.H., Hamburg