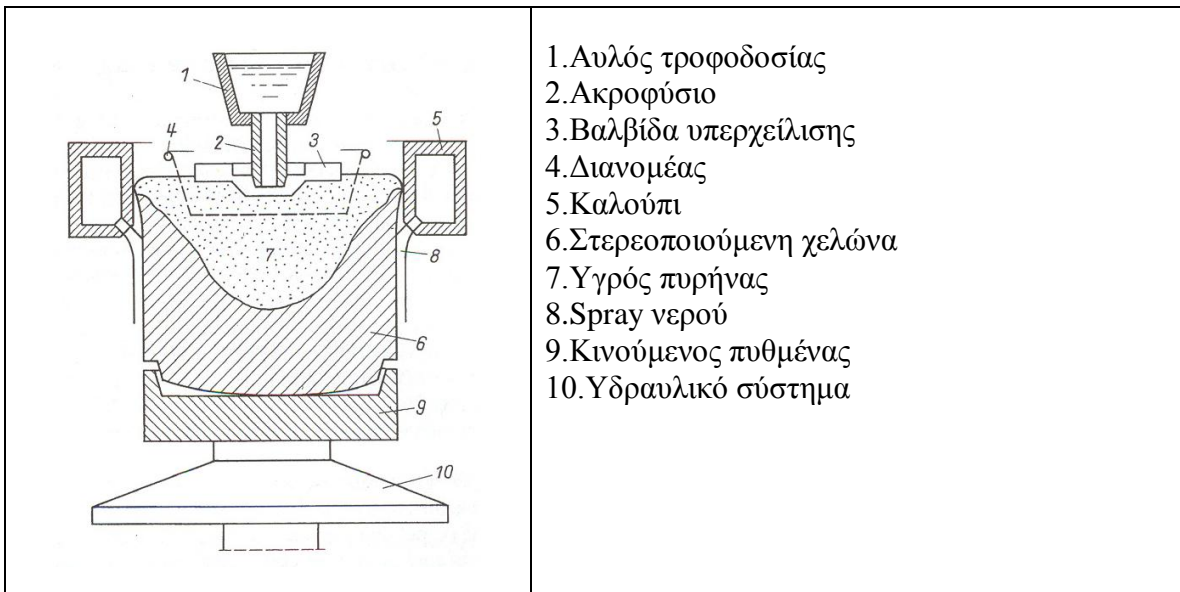


Χύτευση (διαφάνειες από τις παραδόσεις) Βιομηχανικές μέθοδοι χύτευσης

- Χύτευση χελώνας (Direct Chilling DC) για έλαση
 - Χύτευση χελώνας για διέλαση
- Χύτευση αντικειμένων

Χύτευση χελώνας (Direct Chilling DC)

- Περιγραφή μεθόδου

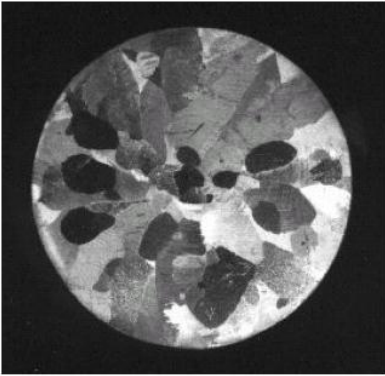
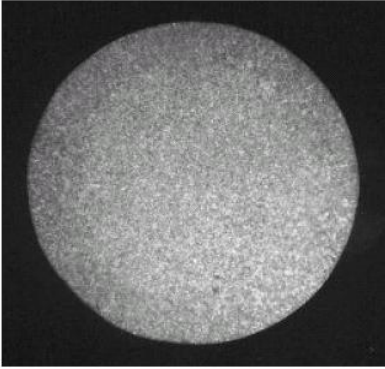


- Εκλέπτυνση κόκκου στα κράματα διαμόρφωσης

Η κοκκομετρία των χελωνών πρέπει να πληροί τις παρακάτω προϋποθέσεις:

- Κανονική ισοαξονική δομή
- Όσο το δυνατόν μικρότερη κοκκομετρία

Για να πετύχουμε τα ανωτέρω εισάγουμε στο τήγμα κράμα εκλέπτυνσης κόκκων (grain refiner). Το κράμα είναι μήτρας αλουμινίου με 5% Ti, 1% B, σε αναλογία 0,2Kg-1Kg/ tn Al. Ο εκλεπτυντής περιέχει ενδομεταλλικές $TiAl_3$, TiB_2 και εισάγεται με μορφή μπάρας στο τήγμα. Τα σωματίδια του $TiAl_3$ αρχίζουν να διαλύονται και σε περίπου 30sec έχουν εξαφανισθεί. Τα σωματίδια TiB_2 μεταφέρονται στο κάτω μέρος του κάδου απόχυσης, απαλλάσσονται από το $TiAl_3$ που τα περιβάλλει (το TiB_2 έχει βελονοειδή μορφή και συγκρατεί $TiAl_3$ μέχρι να φτάσουν στο μέτωπο στερεοποίησης) που γίνονται πυρήνες περιτηκτικής αντίδρασης και περιβάλλονται από στρώμα Al. Αυτός ο κρύσταλλος μεγαλώνει και αναπτύσσεται πολύ γρήγορα μέσα σε μια ζώνη υπέρτηξης. Όσοι περισσότεροι πυρήνες στερεοποίησης εμφανίζονται ανά μονάδα όγκου του τήγματος τόσο περισσότερο εκλεπτυσμένος θα είναι ο κόκκος

	
<p>1,5x. 99,9% Al χωρίς εκλέπτυνση κόκκου. Μέγεθος κόκκου 4500 μm.</p>	<p>1,5x. 99,9% Al μετά από εκλέπτυνση κόκκου με ράβδο Al5%Ti1%B (H2252) . Μέγεθος κόκκου 120 μm.</p>

- **Η δομή του χυτού**

Το υπερκαθαρό Al έχει δομή χωρίς ενδομεταλλικές ενώσεις

Όλα τα υπόλοιπα κράματα Al περιέχουν ενδομεταλλικές ενώσεις

Στόχος του χυτηρίου είναι ο τέλειος και όσο το δυνατόν πιο μεγάλος διασκορπισμός των ενδομεταλλικών ενώσεων ώστε και μετά από τη ψυξηλασία να είναι τελείως διασκορπισμένες. (χρήση ηλεκτρομαγνητικών καλουπιών με επαγωγικά πηνία για ανάπτυξη θερμοκρασίας στα τοιχώματα και στερεοποίηση από το νερό)

Ζώνες: Στερεά , υγρή , ενδιάμεση

- **Ποιότητα επιφάνειας στη χελώνα**

Η επιφάνεια των χελωνών δείχνει άγρια και ανομοιογενής (κορμός δένδρου). Τα επιφανειακά σφάλματα πρέπει να αφαιρούνται με μηχανουργική κατεργασία πριν οι χελώνες προχωρήσουν σε περαιτέρω επεξεργασία.

Λόγοι ανομοιογενούς επιφάνειας:

-Κρύα εγκλείσματα (cold shuts) συμβαίνουν όταν σταγόνες παγώνουν πάνω στο τοίχωμα και φρέσκο υγρό μέταλλο τις παρασύρει χωρίς να λειώνει τη στερεοποιημένη επιφάνειά τους. Τα κρύα εγκλείσματα συμβαίνουν κυρίως στο καθαρό αλουμίνιο και σε κράματα με μικρή απόσταση solidus-liquidus. Γενικά αποφεύγονται είτε αυξάνοντας τη θερμοκρασία χύτευσης, είτε αυξάνοντας το ρυθμό χύτευσης, ή μη επιτρέποντας τη μεταφορά θερμότητας μέσω του καλουπιού

-Επιφανειακός διαφορισμός συμβαίνει όταν λειωμένο μέταλλο διεισδύει από την μόλις στερεοποιημένη επιφάνεια κυρίως λόγω υδροστατικής πίεσης. Είναι χαρακτηριστικός σε κράματα Al με μεγάλη περιεκτικότητα κραματικού στοιχείου όπου η απόσταση solidus-liquidus είναι μεγάλη. Τηγμένο μέταλλο διεισδύει μέσα από τον στερεοποιημένο φλοιό και σχηματίζει στρώμα πάχους 1-2mm που περιέχει κραματικά στοιχεία σε περιεκτικότητα σχεδόν διπλάσια από την κανονική. Αποφεύγεται με χαμηλή

θερμοκρασία χύτευσης και αποφεύγοντας τη χύτευση του κράματος πάνω σε λεπτά σημεία του φλοιού.

Και τα δύο ανωτέρω σφάλματα αποφεύγονται με τη χρήση “ηλεκτρομαγνητικών καλουπιών”

- **Πορώδες στη χελώνα**

Η μείωση του όγκου (7%) μεταξύ υγρής και στερεής φάσης καλύπτεται από υγρό μέταλλο που διεισδύει μεταξύ των δενδριτών. Αυτή η ενδοδενδριτική ροή γίνεται πιο δύσκολη όσο πλησιάζουμε στη solidus. Μικρή ροή προκαλεί πρωτογενές πορώδες μεταξύ των δενδριτών. Στη περίπτωση του DC που έχουμε σχετικά μεγάλη και επίπεδη επιφάνεια στερεοποίησης όπως και μεγάλη θερμοκρασιακή διαφορά οι συνθήκες ευνοούν το μη σχηματισμό πορώδους

Στο καθαρό Al δεν υπάρχει σχεδόν καθόλου πορώδες. Αντίθετα στα κράματα 2xxx και 7xxx υπάρχουν προβλήματα πορώδους. Εξαιτίας της μεγάλης απόστασης liquidus-solidus, οι αντίστοιχες επιφάνειες είναι μακριά και τα κανάλια επίσης μακριά. Χελώνες μεγάλης διαμέτρου χυτεύονται κυρίως για σφυρήλατα προϊόντα όπου το πορώδες δεν είναι αποδεκτό. Σ' αυτές τις περιπτώσεις το κράμα χυτεύεται αργά ώστε να μειώνεται το βάθος L-S.

Τα κράματα Al υψηλών αντοχών απαιτούν επίσης χαμηλή περιεκτικότητα H₂ στο τήγμα. Αν είναι δυνατόν η περιεκτικότητα πρέπει να περιορίζεται κάτω από 0,1cm³/100gr.

- **Μακροδιαφορισμός στη χελώνα**

Αιτία μακροδιαφορισμού στη χελώνα αποτελεί και η διείσδυση φρέσκου λειωμένου μετάλλου από την επιφάνεια προς την ημίρρευση ζώνη. Πολλές φορές παρατηρείται περιεκτικότητα σε κραματικά στοιχεία στο κέντρο της χελώνας 10% μικρότερη απ' ό,τι στην επιφάνεια.

Μηχανισμός του μακροδιαφορισμού: Λόγω μικροδιαφορισμού όσο λιγότερο τηγμένο μέταλλο υπάρχει ανάμεσα στους δενδρίτες, τόσο περισσότερο εμπλουτίζεται με κραματικά στοιχεία. Άρα όσο προχωρά η στερεοποίηση τόσο μεγαλύτερος είναι ο εμπλουτισμός. Οι συγκεντρώσεις των κραματικών είναι χαμηλότερες στους δενδρίτες από,τι στο υγρό μέταλλο κάτω από τη liquidus. Στο βάθος της λεκάνης στο κέντρο της χελώνας φρέσκο μέταλλο με την κανονική περιεκτικότητα ωθείται στα ενδοδενδρικά διαστήματα αντικαθιστώντας το εναπομένον λειωμένο μέταλλο το οποίο διεισδύει με τη σειρά του προς τα τοιχώματα της solidus. Όταν έχουμε μεγάλης διαμέτρου χελώνες και υψηλές ταχύτητες χύτευσης η ημίρρευση ζώνη παρουσιάζεται βαθιά και η ώθηση των κραματικών στοιχείων γίνεται από το κέντρο προς την έξω επιφάνεια της χελώνας. Το φαινόμενο μειώνεται αν χυτεύουμε πιο αργά οπότε η ημίρρευση ζώνη επιπεδώνεται.

Είναι εντελώς διαφορετικό φαινόμενο από τον επιφανειακό διαφορισμό

- **Θερμές και ψυχρές ρωγμές**

Θερμές ρωγμές. Όταν η ταχύτητα χύτευσης στο DC αυξάνεται, το πρόβλημα της τροφοδοσίας των διακενώσεων γίνεται πιο έντονο. Πάνω από ένα όριο ταχύτητας οι αναπτυσσόμενες τάσεις κοντά στη solidus επιφάνεια, προκαλούν ρωγμές που επεκτείνονται προς την κατεύθυνση χύτευσης σε σημαντικό μήκος. Θερμές ρωγμές επίσης μπορούν να συμβούν και στην αρχή της στερεοποίησης στα σημεία που το νερό χτυπά την μόλις στερεοποιηθείσα επιφάνεια. Αυτού του είδους οι ρωγμές μπορούν να αποφευχθούν με τον κατάλληλο σχεδιασμό της λεκάνης του καλουπιού, και με τη μείωση της ταχύτητας ψύξης. Η καλή εκλέπτυνση του κόκκου βοηθά επίσης καθόσον λεπτοί κόκκοι αντέχουν σε μεγαλύτερες δυνάμεις.

Ψυχρές ρωγμές. Από τη στιγμή που οι θερμές ρωγμές αποφεύγονται, οι χελώνες μπορούν να ψυχθούν σε θερμοκρασία περιβάλλοντος γρήγορα. Αυτό συμβαίνει για το καθαρό Al και το λίγο κραματωμένο. Αντίθετα για τα σκληρά κράματα 2xxx, 7xxx οι δυνάμεις που αναπτύσσονται μετά από τη στερεοποίηση μπορούν να προκαλέσουν μεγάλες ρωγμές. Σε αυτές τις περιπτώσεις οι μεγάλες χελώνες ψύχονται με νερό μέχρι θερμοκρασίας 350oC και μετά στεγνώνουν, πριν ψυχθούν περαιτέρω. Για τα σκληρά κράματα οι ψυχρές ρωγμές μπορούν να συμβούν ξαφνικά, έντονα και καταστροφικά βάζοντας σε κίνδυνο ανθρώπους και μηχανήματα

Χύτευση αντικειμένων

Χύτευση στο “χώμα” (Sand casting)

SAND CASTING PROCESS

https://www.youtube.com/watch?v=szOwGvYO_Tc

How its Made Engine Blocks

https://www.youtube.com/watch?v=wr4_B9EXWS0

Χύτευση σε μεταλλικά καλούπια

Foundry gravity casting and prefinishing Robots's Island

<https://www.youtube.com/watch?v=pTTap4WiEAU>

-Υψηλής πίεσης (Die casting)

Die Casting Animation 2

https://www.youtube.com/watch?v=Pj_mjjUQad8

-Χαμηλής πίεσης (Low pressure die casting)

low pressure casting machine

<https://www.youtube.com/watch?v=C6MKbSxQRaA>

-Βαρύτητας

Permanent Mold Gravity Cast Hollow Core Animation

<https://www.youtube.com/watch?v=2m3IcKbWYG8>

-Squeeze χύτευση (squeeze casting)

Chiu Ta 200 Ton Squeeze Casting Machine

https://www.youtube.com/watch?v=Me0vJ5F3K_Y

Η μέθοδος του χαμένου κεριού (Investment casting)

https://www.youtube.com/watch?v=tyrXq_u1OH0

<https://www.youtube.com/watch?v=DKLna0J6YTU>

Η μέθοδος των αναλίσκομένων ομοιωμάτων πολυστυρενίου

Lost Foam Process

<https://www.youtube.com/watch?v=OOSI6VYhcqw>

Θιξοτροπική χύτευση

Συνεχής χύτευση φύλλου

Κράματα 3xxx, 5xxx Mg<2,5%

Οικονομικοί λόγοι.

Continuous Casting process SMS

<https://www.youtube.com/watch?v=nD8YfeNNHmM>

Ολοκληρωμένη τεχνολογία χύτευσης για χυτά υψηλής ποιότητας

<p>Τήγμα Στατική επίδραση</p>	<ul style="list-style-type: none"> •Σύνθεση κράματος •Εκλέπτυνση κόκκου •Θερμότητα (λανθάνουσα + υπερθέρμανσης) •Ρευστότητα (εύροια) και δυνατότητα πλήρωσης καλουπιού •Τύπος στερεοποίησης 	
<p>•Καλούπι Στατική επίδραση</p>	<ul style="list-style-type: none"> •Διαστασιακές ανοχές •Ιδιότητες υλικού καλουπιού (φυσικές, χημικές, γεωμετρικές) •Γεωμετρία της εισόδου και των προσεπιχωνευμάτων 	<p>Έλεγχος διαδικασίας πλήρωσης καλουπιού</p>
<p>•Διαδικασία- μέθοδος χύτευσης Δυναμική επίδραση</p>	<ul style="list-style-type: none"> •Πλήρωση καλουπιού •Ταχύτητα χύτευσης •Αντιδράσεις τήγματος •Υδροδυναμικά φαινόμενα •Διαδοχικά βήματα στερεοποίησης •Διακύμανση της ροής της θερμότητας •Ροή της απαγόμενης θερμότητας •Σχηματισμός πορώδους αερίων •Χρόνοι στερεοποίησης (τοπικοί) 	<p>Έλεγχος της διαδικασίας στερεο-ποίησης</p>
<p>Μηχανουργική και θερμική κατεργασία</p>	<ul style="list-style-type: none"> •Ακριβείς διαστάσεις •Βέλτιστες ιδιότητες 	