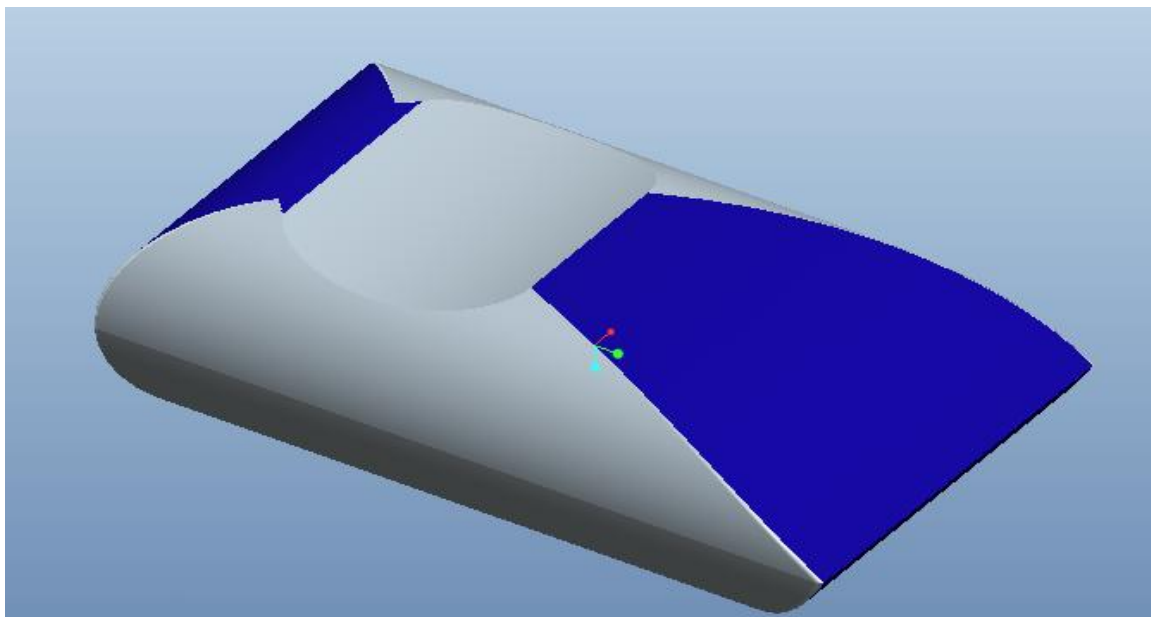




ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ



**ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΠΛΑΣΤΙΚΟΥ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟΥ
ΜΕ ΧΡΗΣΗ Η/Υ**

ΓΙΩΡΓΟΣ ΚΑΡΕΚΛΑΣ

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:
ΜΠΙΛΑΛΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ**

**ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ:
ΜΠΙΛΑΛΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ
ΑΝΤΩΝΙΑΔΗΣ ΑΡΙΣΤΟΜΕΝΗΣ
ΣΤΑΥΡΟΥΛΑΚΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ**

ΧΑΝΙΑ 2015

Γιώργος Καρεκλάς

Διπλωματούχος Μηχανικός
Παραγωγής & Διοίκησης

Copyright © Γιώργος Καρεκλάς, 2015

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ' ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη φύση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό, πρέπει να απευθύνονται προς το συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο, εκφράζουν το συγγραφέα, και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Πολυτεχνείου Κρήτης.

Αφιερωμένη στους γονείς μου
και στην αδελφή μου Άντρια.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Με την εργασία αυτή, κλείνει ο κύκλος των προπτυχιακών μου σπουδών στο Πολυτεχνείο Κρήτης. Μέσα στο πλαίσιο αυτό θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους όσους συνέβαλαν στην ολοκλήρωση των σπουδών μου.

Θα ήθελα, καταρχήν, να εκφράσω τις ιδιαίτερες ευχαριστίες μου σε όλους τους καθηγητές μου για τις πολύτιμες γνώσεις που μου πρόσφεραν σε όλο τον κύκλο των σπουδών μου, γνώσεις που θα με βοηθήσουν να ανταπεξέλθω στο σύγχρονο και ανταγωνιστικό περιβάλλον.

Ένα μεγάλο ευχαριστώ στον Επιβλέποντα Καθηγητή μου Δρ. Μηχ. Μπιλάλη Νικόλαο, για την καθοδήγηση και τη βοήθεια που μου προσέφερε, αλλά και για το συνεχές ενδιαφέρον του στην πραγματοποίηση της εργασίας αυτής. Όπως επίσης και για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγηση του, για την επίλυση διαφόρων θεμάτων.

Τέλος, θα ήθελα να αφιερώσω την εργασία αυτή στον πάτερα μου και τη μητέρα μου και να τους εκφράσω την ευγνωμοσύνη μου για τα εφόδια και την αγάπη τους που μου έδωσαν, για τη συμπαράσταση και την υποστήριξη τους.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

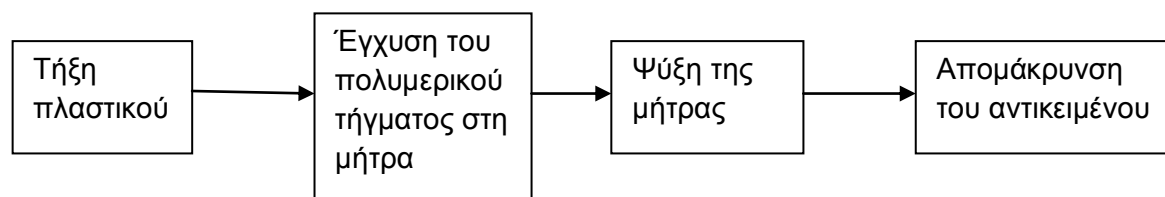
Ευχαριστίες	3
1. Εισαγωγή	6
2. Χύτευση υπό πίεση	8
2.1 Μορφοποίηση με θερμοπρεσαριστό πλαστικό Injection Molding	8
2.2 Χύτευση με έγχυση	9
2.2.1 Διαδικασία κατά τη χύτευση	9
2.2.2 Μηχανή εγχύσεως	16
2.2.3 Οδηγίες για τη διαμόρφωση χυτών με έγχυση τεμαχίων (VDI 2006)	21
2.2.4 Δομή των εργαλείων χυτεύσεως με έγχυση	24
2.2.5 Μπουκαδούρα	25
2.2.6 Ψύξη εργαλείου	36
2.2.7 Καλούπια χυτεύσεως από τυποποιημένα εξαρτήματα	41
2.3 Εργαλείο εγχύσεως πλαστικού	43
2.4 Εργαλείο εγχύσεως πλαστικών (εργαλείο σιαγόνες) – Σχεδίαση CAD	45
2.5 Εισαγωγή στο Plastic Advisor	49
3. Σχεδιαστικές λύσεις και συμβουλές	54
3.1 Σχεδιάζοντας θερμοπρεσαριστά πλαστικά	54
3.2 Λύνοντας προβλήματα ροής	58
3.2.1 Λύνοντας προβλήματα Hesitation	59
3.2.2 Λύνοντας προβλήματα υπερπλήρωσης	60
3.2.3 Λύνοντας προβλήματα του φαινομένου του ιπποδρόμου	61
3.2.4 Λύνοντας προβλήματα ανισόρροπης ροής	62
3.2.5 Λύνοντας προβλήματα υπορροής	63
3.2.6 Λύνοντας προβλήματα έγχυσης σε λεπτό τμήμα	65
3.2.7 Λύνοντας προβλήματα στρέβλωσης	66
3.3 Λύνοντας προβλήματα χύτευσης	67
3.3.1 Λύνοντας προβλήματα από παγίδες αέρα	67
3.3.2 Λύνοντας προβλήματα ευθραυστότητας	68
3.3.3 Λύνοντας προβλήματα από σκοτεινές ραβδώσεις (burn marks)	70
3.3.4 Λύνοντας προβλήματα ρωγμών	71
3.3.5 Λύνοντας προβλήματα αποκόλλησης	71
3.3.6 Λύνοντας προβλήματα διακύμανσης διαστάσεων	72
3.3.7 Λύνοντας προβλήματα αποχρωματισμού	73
3.3.8 Λύνοντας προβλήματα υπερβολικού βάρους του κομματιού	74
3.3.9 Λύνοντας προβλήματα fish eyes	75
3.3.10 Λύνοντας προβλήματα flashing	76
3.3.11 Λύνοντας προβλήματα flow marks	77
3.3.12 Λύνοντας προβλήματα υδροβολής	78
3.3.13 Λύνοντας προβλήματα short shot	79
3.3.14 Λύνοντας προβλήματα sink marks και voids (κενών)	80
3.3.15 Λύνοντας προβλήματα στρέβλωσης	82
3.4 Θεωρία κρυσταλλικότητας	83
4. Αποτελέσματα ανάλυσης και εξαγωγή τους στο M.P.I	87
4.1 Γραμμές σύνδεσης	87
4.2 Παγίδες αέρα	88
4.3 Εμπιστοσύνη της πλήρωσης	90
4.4 Χρόνος πλήρωσης	91
4.5 Αναφορά ανάλυσης πτώσης πίεσης	92
4.6 Πίεση εγχύσεως	94

4.7	Θερμοκρασία μετώπων ροής	95
4.8	Θέση της πύλης (Gate Location)	97
4.9	Πρόβλεψη ποιότητας	98
4.10	Η εκτιμώμενη διάρκεια χρονικού κύκλου	99
4.11	Μοριακός προσανατολισμός (Skin Orientation)	100
4.12	Παράθυρο χύτευσης (Molding Window)	101
4.13	Συνεργασία και συμβατότητα του Plastic Advisor με άλλα λογισμικά	106
4.13.1	Εξάγοντας τα αποτελέσματα στο Moldflow Plastic Insight (MPI)	106
4.13.2	Υποστηριζόμενες διαδικασίες χύτευσης και διαφορετικών τύπων πλεγμάτων	107
4.13.3	Διασύνδεση με άλλα συστήματα σχεδιομελέτης - MDL (Moldflow Design Link)	108
4.14	Υποστηριζόμενα πολυμερή	110
5.	Εφαρμογή και περιγραφή του interface του λογισμικού	111
5.1	Προετοιμασία για την ανάλυση	112
5.1.1	Εισαγωγή της γεωμετρίας	112
5.1.2	Εργαλειοθήκη προσδιορισμού παραμέτρων της ανάλυσης	113
5.1.3	Επιλογή πολυμερούς και θέσης εγχύσεως	113
5.1.4	Εκτέλεση μιας ανάλυσης	116
5.1.5	Επιλογές εμφάνισης του αντικειμένου	117
5.2	Προβολή των αποτελεσμάτων	121
5.2.1	Παράθυρο σύνοψης των αποτελεσμάτων	121
5.2.2	Εργαλειοθήκη αποτελεσμάτων	122
5.2.3	Αναφορά των αποτελεσμάτων	122
5.3	Επιπλέον δυνατότητες του λογισμικού	125
5.3.1	Εργαλειοθήκη προβολών	125
5.3.2	Γραμμή προβολών	125
5.3.3	Παράμετροι εμφάνισης και λειτουργίας MPA	125
5.4	Αποτελέσματα εφαρμογής και ανάλυση τους	128
5.4.1	Αναφορά άνω κυρίου μέρους	128
5.4.2	Αναφορά κάτω κυρίου μέρους	136
6.	Σύνοψη	145
7.	Παράρτημα	146
A)	Οδηγός χρήσης Plastic Advisor	146
B)	Δημιουργία μιας αναφοράς (Report)	155
8.	Βιβλιογραφία	162

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παρούσα εργασία έχει ως αντικείμενο τη μοντελοποίησης της χύτευσης υπό πίεση με χρήση αριθμητικών μεθόδων. Συγκεκριμένα χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό PLASTIC ADVISOR, το οποίο χρησιμοποιεί τη μέθοδο συνοριακών στοιχείων για να μοντελοποιήσει τη ροή του πλαστικού εντός του καλουπιού. Στα πλαίσια της εργασίας, έγινε εκμάθηση του παραπάνω λογισμικού, το οποίο στη συνέχεια χρησιμοποιήθηκε για την ανάλυση της χύτευσης συγκεκριμένου αντικειμένου από πλαστικό, το οποίο χαρακτηρίζεται από πολύ δύσκολα τμήματα.

Η διεργασία χύτευσης με έγχυση πολυμερικών τηγμάτων χρησιμοποιείται στη βιομηχανία πλαστικών για την παραγωγή παντός είδους αντικειμένων που παλαιότερα γίνονταν με μέταλλα. Η διεργασία είναι επομένως από τις πιο κοινές στη μορφοποίηση πλαστικών. Αντικείμενα που παράγονται με έγχυση σε μήτρες χύτευσης (καλούπια) συμπεριλαμβάνουν από συνδετήρες χαρτιών μέχρι προφυλακτήρες αυτοκινήτων, και από κύπελλα καφέ μέχρι περιβλήματα ηλεκτρονικών υπολογιστών. Λόγω της τρομερής ευχρηστίας, ευελιξίας, και ολικού βιομηχανικού όγκου πλαστικών που παράγονται με τη διεργασία αυτή, αποτελεί μια από τις πιο σημαντικές διεργασίες μορφοποίησης πλαστικών που υπάρχουν σήμερα. Αναφορικά με τα βασικά στάδια της διεργασίας, η χύτευση με έγχυση μπορεί να παρουσιαστεί σχηματικά όπως φαίνεται στο Σχήμα 1.1. Το πολυμερικό στερεό υλικό τήκεται, και το πολυμερικό τήγμα μεταφέρεται στη μήτρα, όπου εγχύεται κάτω από υψηλή πίεση. Η μήτρα ψύχεται για τη στερεοποίηση του προϊόντος, κατόπιν ανοίγει, και το τελειωμένο πλαστικό αντικείμενο εκβάλλεται. Η μήτρα κλείνει και ο κύκλος επαναλαμβάνεται.



Σχήμα 1.1: Σχηματική παράσταση των διαφόρων σταδίων της διεργασίας χύτευσης με έγχυση.

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η παρουσίαση και ανάλυση της εξειδικευμένης μεθόδου χύτευσης με έγχυση πλαστικού υλικού. Στην αρχή, παρατίθενται κάποια βασικά στοιχεία για τη συγκεκριμένη κατεργασία μορφοποίησης με θερμοπρεσαριστό υλικό και περαιτέρω ανάλυση της μεθόδου. Παρουσιάζονται αναλυτικά η μηχανή εγχύσεως, η δομή των εργαλείων χύτευσης με έγχυση, το σύστημα της μπουκαδούρας καθώς και η διαδικασία ψύξης του εργαλείου. Επίσης γίνεται εκτενής αναφορά και ανάλυση των κανόνων σχεδίασης πλαστικών τεμαχίων, τους οποίους θα εφαρμόσουμε στην συνέχεια στη σχεδίαση του δοκιμίου. Ακολούθως παρουσιάζονται σχεδιαστικές λύσεις και συμβουλές για τη σχεδίαση αυτών των τεμαχίων με λύσεις πολλαπλών προβλημάτων της ροής και της χύτευσης. Τέλος γίνεται εκτενής ανάλυση των αποτελεσμάτων και επεξήγηση των διαγραμμάτων τους. Για την υλοποίηση της εφαρμογής που εμπεριέχεται στην εργασία, χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό σχεδίασης Pro Engineer Wildfire 5.0 της PTC με την εφαρμογή του Plastic Advisor.

Από την πλευρά ενός χρήστη υπολογιστών, που αρχικά δεν είχε καμία σχέση με τη διαδικασία χύτευσης υπό πίεση και τη χρήση λογισμικού ανάλυσης ροής, πρέπει να αναφερθεί ότι η εκμάθηση των παραμέτρων της διαδικασίας, η χρήση ενός τέτοιου προγράμματος και η εφαρμογή του σε πραγματικό προϊόν ήταν ιδιαίτερα διδακτική και

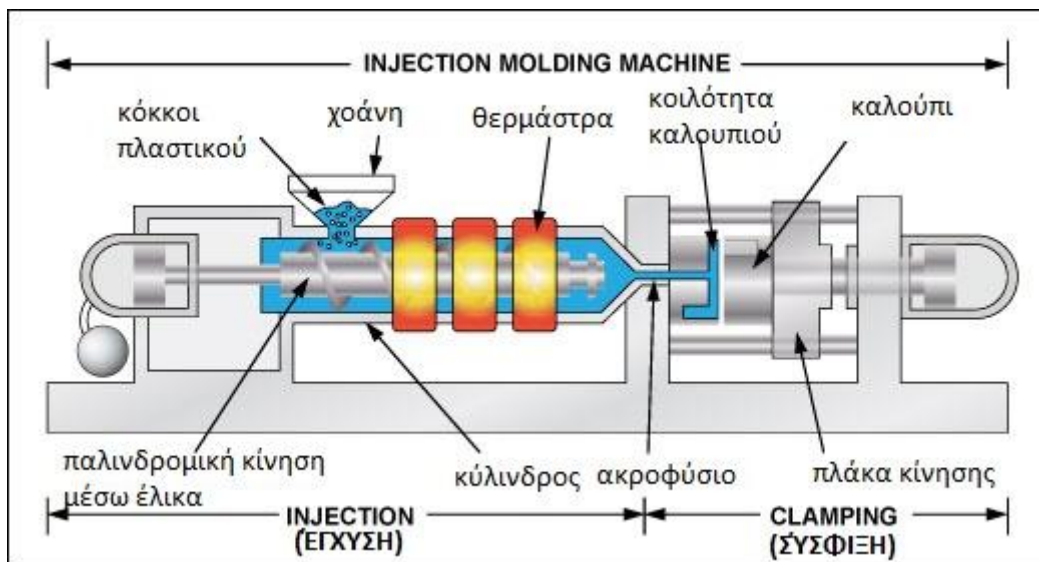
αποκαλυπτική των δυνατοτήτων που δίνουν οι Η/Υ στην προσομοίωση πολύπλοκων διεργασιών. Επίσης σημαντική αποδείχθηκε η ευκολία με την οποία μπορεί να μοντελοποιηθεί η όλη διαδικασία και τα ακριβή αποτελέσματα της ανάλυσης σε σύντομο χρονικό διάστημα. Η σύγκρισή τους με το πραγματικό αντικείμενο δίνει ενθαρρυντικά συμπεράσματα ως προς την αποτελεσματικότητα με την οποία τα προγράμματα ανάλυσης ροής προσομοιώνουν τη διαδικασία, γεγονός που τα καθιστά απαραίτητο εργαλείο για τον μηχανικό που αναπτύσσει κάποιο αντίστοιχο προϊόν.

2. ΧΥΤΕΣΗ ΥΠΟ ΠΙΕΣΗ

2.1 Μορφοποίηση με Θερμοπρεσαριστό Πλαστικό Injection Molding

Η διαδικασία θερμοπρεσαρίσματος πλαστικών, χρησιμοποιείται σε αρκετές βιομηχανίες συμβάλλοντας αποφασιστικά στη δημιουργία ολοκληρωμένων ποιοτικά προϊόντων με πολύ μικρό κόστος. Το συγκριτικό της πλεονέκτημα είναι η μορφοποίηση οποιουδήποτε αντικειμένου, όσο πολύπλοκο και αν είναι, όπως και η επιλογή των φυσικών ιδιοτήτων (σκληρότητα, ευλυγισία, αντοχή στη διάβρωση) του αντικειμένου με την επιλογή του κατάλληλου πολυμερούς. Στη διαδικασία αυτή χρησιμοποιούνται άμορφες, κρυσταλλικές θερμοσταθερές ρητίνες οι οποίες θερμαίνονται σε μια σταθερή θερμοκρασία και συμπιέζονται σε ένα καλούπι. Το ακόλουθο διάγραμμα (σχήμα 2.1) παρουσιάζει γραφικά την πιο πάνω διαδικασία.

Μηχανή θερμοπρεσαρίσματος πλαστικού



Σχήμα 2.1: Μηχανή θερμοπρεσαρίσματος πλαστικού

Το πολυμερές σε μορφή σκόνης τροφοδοτείται στη χοάνη και στη συνέχεια εισαγάγετε μέσα στον ελικοφόρο μηχανισμό όπου και θερμαίνεται. Το πολυμερές λιώνει και αποκτά μια σταθερή θερμοκρασία κατά την οποία είναι παχύρρευστο και μπορεί να εγχυθεί μέσα στο καλούπι. Στη συνέχεια αφήνεται να κρυώσει για ένα προκαθορισμένο χρόνο πριν ανοιχτεί το καλούπι και εξαχθεί το αντικείμενο. Με την κατεργασία αυτήν μπορούν να παραχθούν από απλά μέχρι πολύ σύνθετα αντικείμενα σε ελάχιστο χρόνο, όπως: κινητά τηλέφωνα, καρέκλες βεράντας, περιβλήματα υπολογιστών κλπ.

Παρόλα αυτά, η θερμοπρεσαριστή μορφοποίηση έχει υψηλό αρχικό κόστος προετοιμασίας. Σε αυτό συμπεριλαμβάνονται ο σχεδιασμός του καλουπιού, οι εργαλειομηχανές και το πολυμερές που θα χρησιμοποιηθούν. Επομένως, η διαδικασία κρίνεται ιδανική για μεγάλη παραγωγή, όπου το κόστος των καλουπιών αποσβένεται από την πληθώρα των παραγόμενων αντικειμένων. Για τη μείωση του κόστους εγκατάστασης η Parametric

Technology Corporation σε συνεργασία με την Moldflow σχεδίασε το λογισμικό Pro Plastic Advisor για την μοντελοποίηση της διαδικασίας. Με τη βοήθειά του αναλύεται η μορφοποίηση του αντικειμένου και βελτιώνεται ο σχεδιασμός του καλουπιού πριν την τελική δημιουργία του, αποφεύγοντας περιττά κόστη και αστοχίες.

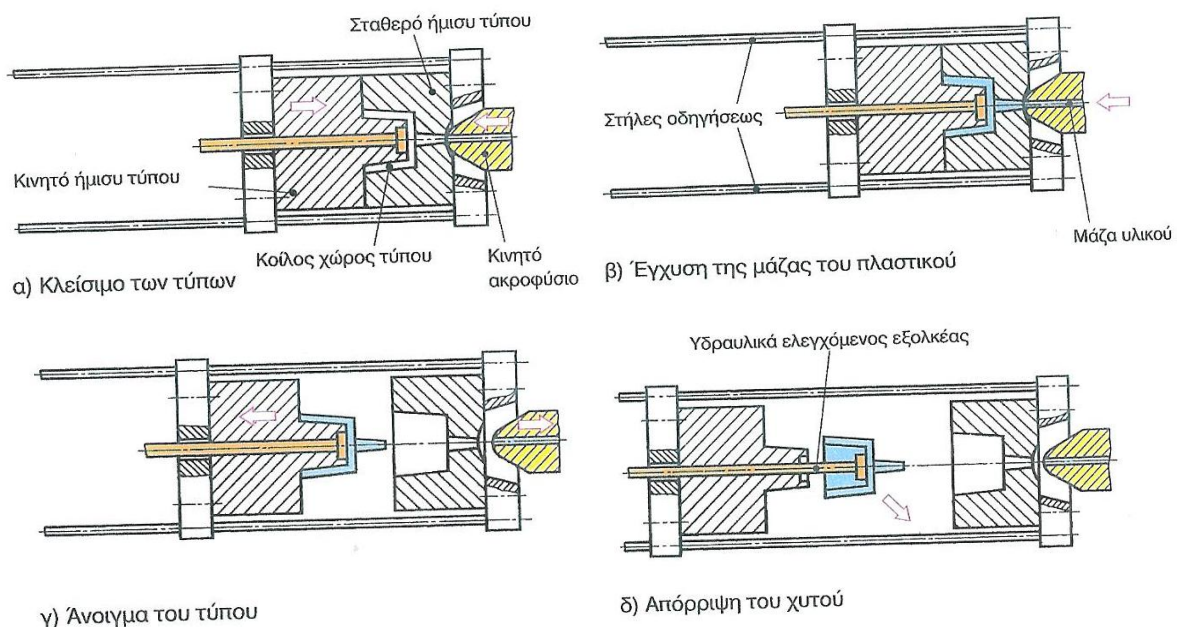
2.2 Χύτευση με έγχυση

Στη χύτευση με έγχυση, χυτεύονται συνήθως θερμοπλαστικά υλικά σε εύπλαστη ή παχύρρευστη κατάσταση. Η χύτευση γίνεται σε διαιρούμενους και θερμαινόμενους χαλύβδινους τύπους. Ύστερα από μίαν καθορισμένη διάρκεια ψύξεως απομακρύνονται από το εργαλείο τα τεμάχια, τα οποία είναι συνήθως και έτοιμα για χρήση.

Κατά την παραγωγή μαζικών προϊόντων, η χύτευση με έγχυση αποδείχτηκε πολύ οικονομική από πλευράς υλικού και εργασίας. Αν οι απαιτήσεις σ' αυτά τα τεμάχια, σχετικά με φθορά και αντοχή, είναι υψηλές, τότε μπορούν να τεθούν, ως ένθετα, στις αντίστοιχες θέσεις, μεταλλικά τεμάχια και να χυτευθούν μαζί ή το υλικό να ενισχυθεί με πρόσθετα, π.χ. υαλονήματα ή υάλινα σφαιρίδια.

2.2.1 Διαδικασία κατά τη χύτευση

Πριν από τη χύτευση κλείνεται το διαιρούμενο καλούπι και πιέζεται το ακροφύσιο εγχύσεως της μηχανής στην μπουκαδούρα του καλουπιού(σχ. 2.2α). Η μάζα του πλαστικού, που έχει γίνει εύπλαστη, συμπιέζεται με υψηλή πίεση, έως 1600 bar, στα κοιλώματα του καλουπιού. Μέσα στο καλούπι ψύχεται το υλικό τόσο, ώστε μετά το άνοιγμα των δύο μισών του να μπορεί να απορριφθεί το στερεοποιημένο χυτό(σχ. 2.2γ και 2.2δ). Κατόπιν κλείνεται πάλι το καλούπι και αρχίζει ένας νέος κύκλος εργασίας.



Σχήμα 2.2: Διαδικασία κατά τη χύτευση με έγχυση

Συμπεριφορά του υλικού

Η εύπλαστη μάζα του υλικού πρέπει να εγχυθεί στους κοίλους χώρους του καλουπιού το συντομότερο δυνατόν, ώστε η πίεση και η θερμοκρασία να είναι παντού οι ίδιες. Αν υπάρξει αυτή η ιδανική περίπτωση τότε εξασφαλίζεται μια ομοιόμορφη δομή του υλικού και μια

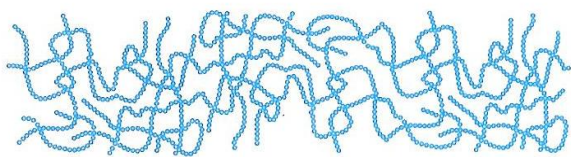
ομοιόμορφη συστολή του σε ολόκληρο το αντικείμενο, ώστε να μην εμφανιστούν τάσεις και παραμορφώσεις.

Δυστυχώς, αυτή η ιδανική περίπτωση δεν μπορεί να πραγματοποιηθεί. Αντιστάσεις στη ροή του υλικού μέσα στο εργαλείο και στο ακροφύσιο προκαλούν μian πτώση πίεσεως κατά τη διάρκεια της εγχύσεως. Ανομοιόμορφη ψύξη της μάζας μέσα στους κοίλους χώρους προκαλεί σπληλαιώσεις και μια ανομοιόμορφη δομή του υλικού.

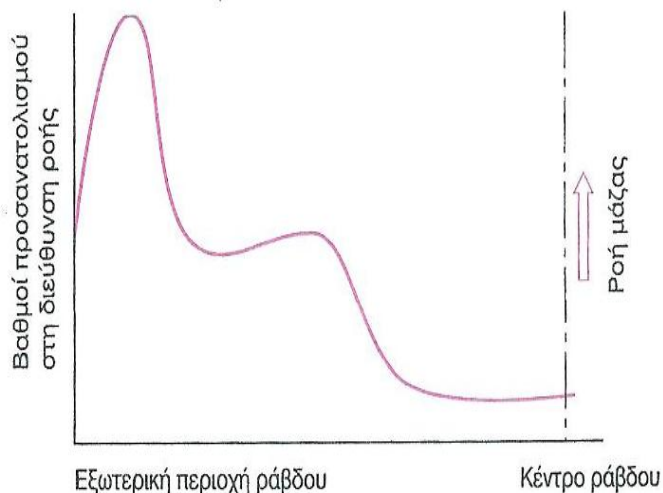
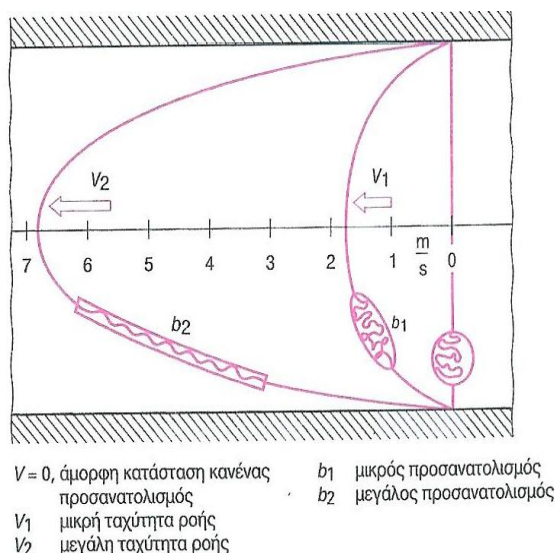
Με μian ορθή εκτίμηση όλων των παραγόντων, που επηρεάζουν τη χύτευση μπορεί να ληφθεί ένα πολύ καλό αντικείμενο από τη χύτευση αυτή.

Προσανατολισμός μορίων

Πριν από την έγχυση του τήγματος, η διάταξη των μεγαλομορίων είναι άμορφη, δηλαδή χωρίς προσανατολισμό (σχ. 2.3). Αυτό σημαίνει ότι σε κάθε θέση, σε κάθε διεύθυνση επικρατούν ομοιόμορφες ιδιότητες. Κατά τη ροή του τήγματος μέσα από το ακροφύσιο και από το σύστημα χυτεύσεως στους κοίλους χώρους, τα νηματοειδή μόρια και τα σωματίδια της μάζας επιμηκύνονται στη διαμήκη διεύθυνση (σχ. 2.4). Όταν κατά τη χύτευση, ένα μέρος του τήγματος έλθει σε επαφή με τα ψυχρότερα τοιχώματα του καλουπιού, τότε ψύχεται το τήγμα και γίνεται συνεκτικότερο. Έτσι, τα σωματίδια που βρίσκονται προς τα τοιχώματα έχουν μικρότερη ταχύτητα από αυτά που βρίσκονται στα άκρα, πράγμα που έχει ως αποτέλεσμα μεγαλύτερη επιμήκυνση και διάτμηση. Στο εσωτερικό του κοιλώματος, κατά τη διάρκεια της πληρώσεως του καλουπιού, αφαιρείται λιγότερη θερμότητα. Η υψηλότερη θερμοκρασία και ο μεγαλύτερος χρόνος στερεοποίησης προκαλούν μια ισχυρότερη εκτόνωση (Relaxation), ώστε το εσωτερικό του κοιλώματος να εμφανίζει ένα μικρότερο προσανατολισμό μετά την ψύξη (σχ. 2.5). Με την ψύξη στα ψυχρά τοιχώματα του εργαλείου, τα σωματίδια της μάζας παραμένουν στην εξαναγκασμένη τους θέση (προσανατολισμό). Έχουν, όμως, την τάση να επανέλθουν στην άμορφη κατάσταση. Αυτή η διαδικασία οδηγεί σε ισχυρότερη συστολή και παραμόρφωση προς τη διεύθυνση προσανατολισμού από ότι στην εγκάρσια διεύθυνση. Επίσης και οι ιδιότητες του αντικείμενου κατά τη χρήση του (π.χ. καταπόνηση σε εφελκυσμό) εξαρτώνται από τη διεύθυνση προσανατολισμού.



Σχήμα 2.3: Άμορφο θερμοπλαστικό



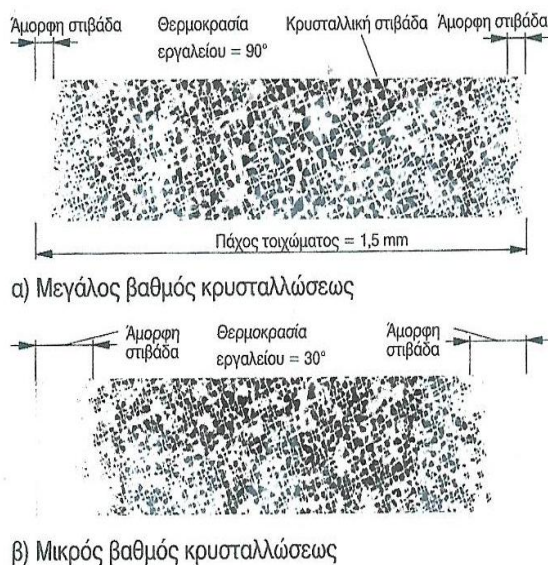
Σχήμα 2.4: Προσανατολισμός μορίων στη ροή

Σχήμα 2.5: Μεταβολή του προσανατολισμού σε μια ράβδο κατασκευασμένη με έγχυση

Βαθμός κρυσταλλώσεως

Σε υλικά που έχουν εν μέρει κρυστάλλους, λόγω της ταχείας ψύξεως στα τοιχώματα του καλουπιού, δεν μπορούν να σχηματιστούν κρύσταλλοι. Έτσι, ενώ η εξωτερική περιοχή του χυτοπρεσαριστού αντικείμενου έχει άμορφη δομή, προς το εσωτερικό του σχηματίζεται κρυσταλλική δομή (σχ. 2.6).

Αν σχηματίσει κάποιος το πηλίκο του όγκου της κρυσταλλικής περιοχής προς το συνολικό όγκο, τότε θα έχει το **βαθμό κρυσταλλώσεως α**. Το μέγεθος του εξαρτάται από τη μοριακή υφή της μάζας και από τις προϋποθέσεις κατεργασίας. Μια παρεμποδισμένη κρυστάλλωση οδηγεί σε ανακρυστάλλωση, η οποία μπορεί να εμφανιστεί στη θερμοκρασία χρησιμοποίησής. Αν το αντικείμενο εναποθηκευτεί σε υψηλότερη θερμοκρασία (π.χ. 140 °C), τότε η ανακρυστάλλωση μπορεί να επιταχυνθεί (θερμική επεξεργασία).

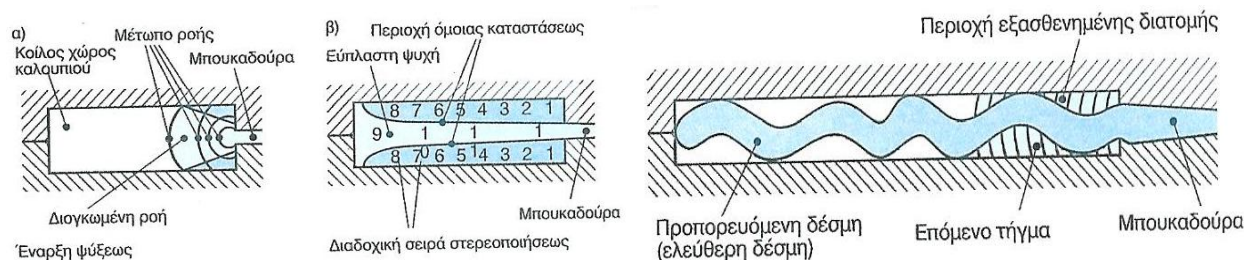


Σχήμα 2.6: Βαθμός κρυσταλλώσεως

Η ροή του υλικού

Κατά την είσοδο του τήγματος στον κοίλο χώρο του καλουπιού, στην ιδανική περίπτωση, θα έπρεπε η μάζα του υλικού να κινείται με ένα ομοιόμορφο μέτωπο ροής προς τα εμπρός (σχ. 2.7α). Με αυτήν τη διόγκωση της ροής επιτυγχάνεται το τήγμα να στερεοποιείται αρχικά στο έξω μέρος προς τα τοιχώματα. Λόγω της μονωτικής επιδράσεως της κρύας μάζας, διατηρείται το τήγμα, στο εσωτερικό, υγρό και σχηματίζει μια «εύπλαστη ψυχή», ώστε να είναι δυνατή η συνεχής ροή του τήγματος για περισσότερο χρόνο και να γίνεται συγκόλληση μεταξύ των επιμέρους στιβάδων που βρίσκονται στην ίδια κατάσταση (σχ. 2.7β).

Αν διαρραγεί το μέτωπο ροής, τότε προκύπτει ένας ταχύτερος κλάδος τήγματος, ο οποίος εξαπλώνεται εγκάρσια στον κοίλο χώρο, ψύχεται και δεν συγκολλάται καλά με το τήγμα που ακολουθεί. Αυτό δημιουργεί εξασθενημένες θέσεις στο πρεσαριστό αντικείμενο (σχ. 2.8).



Σχήμα 2.7: Μέτωπο ροής και πορεία στερεοποίησης

Σχήμα 2.8: Λανθασμένη ροή υλικού

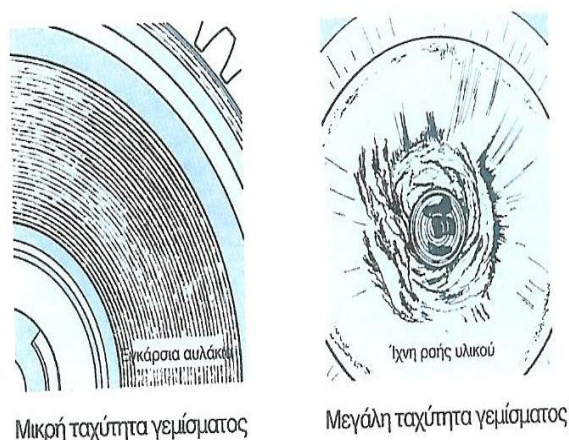
Μεγέθη που επηρεάζουν την έγχυση

Ο τρόπος με τον οποίο οι διάφοροι παράγοντες επηρεάζουν τη διαδικασία εγχύσεως και συνεπώς, επιδρούν στις ιδιότητες του πρεσαριστού τεμαχίου, φαίνεται στον πίνακα 2.1. Η διαδικασία γεμίσματος του κοίλου χώρου επηρεάζεται τόσο από την ταχύτητα εγχύσεως, όσο και από την ταχύτητα γεμίσματος. Η ταχύτητα εγχύσεως είναι η ταχύτητα των σωματιδίων της χυτευόμενης μάζας κατά την έγχυση. Αυτή εξαρτάται από την πίεση εγχύσεως.

Η ταχύτητα γεμίσματος, αντίθετα, είναι η παροχή της εγχύσεως, με την οποία η μάζα γεμίζει το κοίλο χώρο. Εξαρτάται από τις αντιστάσεις που συναντά η ροή, οι οποίες βρίσκονται στο εσωτερικό του εργαλείου. Όσο μεγαλύτερη είναι αυτή η αντίσταση, τόσο μεγαλύτερη πρέπει να εκλεγεί η πίεση εγχύσεως. Μια μικρή ταχύτητα γεμίσματος έχει ως αποτέλεσμα μεγάλες θερμοκρασιακές διαφορές μεταξύ των περιοχών του καλουπιού, που βρίσκονται κοντά και μακριά από την μπουκαδούρα. Εξάλλου η ψυχρή μάζα δημιουργεί μεγαλύτερη συνεκτικότητα στο τήγμα, η οποία απαιτεί μεγαλύτερες πιέσεις εγχύσεως. Η διάρρηξη υλικού που ήδη έχει ψυχθεί, δημιουργεί κατά τη συνέχεια της εγχύσεως μετατοπίσεις υλικού, οι οποίες προκαλούν εγκάρσια αυλάκια κάθετα προς τη διεύθυνση ροής (σχ. 2.9).

Αν η ταχύτητα γεμίσματος είναι μεγάλη, τότε, στις απότομες εκτροπές της ροής και στις μεγάλες μεταβολές της διατομής αναπτύσσονται μεγάλες διατμητικές τάσεις. Αυτές ανεβάζουν τη θερμοκρασία του τήγματος και αυτό μπορεί να δημιουργήσει θερμική ζημιά στο χυτευόμενο υλικό. Αν δεν μπορεί να διαφύγει αρκετά γρήγορα ο αέρας από το καλούπι τότε συμπιέζεται και θερμαίνεται πολύ. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε καύση του υλικού (φαινόμενο Diesel). Αν πάλι προκληθεί ελεύθερη εκτόξευση του υλικού και διαίρεση του

ρεύματος του υλικού, τότε σχηματίζονται ίχνη της ροής του υλικού στην επιφάνεια του χυτού (σχ. 2.9).



Σχήμα 2.9: Λανθασμένη ταχύτητα γεμίσματος

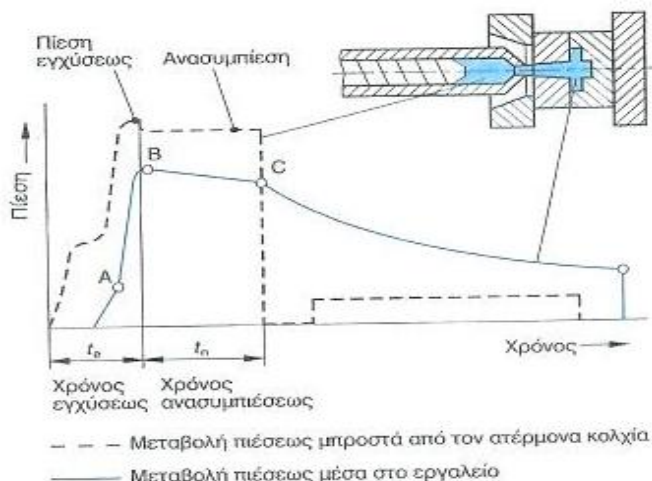
Πίνακας 2.1: Μεγέθη που επηρεάζουν τη διαδικασία εγχύσεως		
Μέγεθος εκροής		Αποτελέσματα
Πίεση εγχύσεως	Μεγάλη	Εσωτερική πίεση στο εργαλείο μεγάλη προέκταση στο τεμάχιο
	Μικρή	Μικρό γέμισμα κοίλου χώρου καλουπιού, εξασθενημένες θέσεις μέσα και έξω από το τεμάχιο
	Επιδρά σαν κοντό	Μικρό γέμισμα κοίλου χώρου καλουπιού, ελαφρά πρεσαριστά τεμάχια
	Επιδρά σαν μακρύ	Βαρέα πρεσαριστά τεμάχια, τάσεις μέσα στο τεμάχιο
Ταχύτητα εγχύσεως και γεμίσμα- τος	Μεγάλη	Μικρός μοριακός προσανατολισμός, εκτίναξη υλικού, καύσεις στο τεμάχιο
	Μικρή	Κακή συγκόλληση των στιβάδων του τήγματος, κενά, μεγάλες θερμοκρα- σιακές διαφορές στη μάζα του υλικού

Μεταβολή πίεσεως

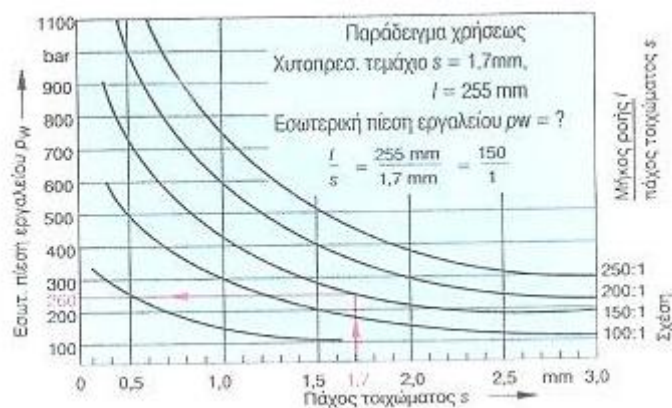
Λόγω της πίεσεως εγχύσεως, η οποία επικρατεί μέσα στη μάζα του υλικού που βρίσκεται μπροστά από τον ατέρμονα, αναπτύσσεται στον κοίλο χώρο του καλουπιού, λόγω της αντιστάσεως στη ροή, στο ακροφύσιο, και μέσα στο εργαλείο, μια εσωτερική πίεση στο εργαλείο. Αυτή η πίεση χρονικά είναι καθυστερημένη και μικρότερη, κάπως, στην τιμή (σχ. 2.10). Με αυτόν τον τρόπο γεμίζεται ο κοίλος χώρος του εργαλείου με υλικό (σχ. 2.10, σημείο Α) και σχηματίζεται το περίγραμμα του τεμαχίου με τη συμπίεση της μάζας του υλικού. Η μέγιστη εσωτερική πίεση στο εργαλείο (σχ. 2.10, σημείο Β) εξαρτάται από το σχήμα, το υλικό, τη σχέση μεταξύ μήκους ροής και πάχους τοιχωμάτων. Αυτή η σχέση σχηματίζεται από το μέγιστο δρόμο που διανύει η μάζα του υλικού και το πάχος του τοιχώματος του τεμαχίου (σχ.2.11). Όταν επιτευχθεί η εσωτερική πίεση στο εργαλείο, τότε μειώνεται η πίεση εγχύσεως και ονομάζεται **ανασυμπίεση**. Αυτή η πίεση γεμίζει, στη φάση που ακολουθεί, μόνον τον υπόλοιπο όγκο και αντισταθμίζει τη μείωση του όγκου που έγινε

από την ψύξη του τήγματος. Ταυτόχρονα, μειώνεται λίγο και η εσωτερική πίεση. Τα αποτελέσματα της ανασυμπιέσεως φαίνονται στον πίνακα 2.2.

Όταν στερεοποιηθεί το υλικό στην εγκοπή εισόδου (σχ.2.10, σημείο C). Τότε μειώνεται η πίεση, λόγω της συνεχιζόμενης ψύξεως έως μια κάποια τιμή (σχ. 2.10, σημείο D). Η σταθερότητα σχήματος του τεμαχίου αυξάνεται εδώ τόσο, ώστε στην εξαγωγή του δεν μπορεί να προκληθεί παραμόρφωσή του.



Σχήμα2.10: Μεταβολή πίεσεως για απλά τεμάχια



Σχήμα 2.11: Εσωτερική πίεση εργαλείου

Πίνακας 2.2: Αποτελέσματα της ανασυμπιέσεως		
Ανασυμπίεση	Αποτελέσματα	
Χαμηλή	Κενά (σχ. 2.12)	Μεγάλες μεταβολές ανοχών και συστολές, μικρό βάρος τεμαχίου, μικρά τεμάχια
Επιδρά σαν κοντό	Μικρός βαθμός πληρώσεως τύπου	
Επιδρά σαν μακρύ	Χωρίς αποτέλεσμα	Αντιοικονομικό, μεγάλο βάρος τεμαχίου, τεμάχια μεγάλα, μεγάλες τάσεις
Υψηλή	Υπερπλήρωση (βλ. δύναμη συγκρατήσεως)	



Σχήμα 2.12: Χυτοπρεσαριστό τεμάχιο με κενό

Βαθμός πληρώσεως τύπου (καλουπιού)

Ο βαθμός πληρώσεως προσδιορίζεται με δοκιμές (λέγονται και μελέτες πληρώσεως τύπου). Σε αυτήν τη δοκιμή, σε κάθε εμβολισμό της μηχανής αυξάνεται η ποσότητα που εγχύνεται, έως ότου σχηματιστεί το χυτό τεμάχιο, το οποίο ικανοποιεί τις απαιτήσεις (σχ. 2.13). Το βάρος του τεμαχίου αυτού μπορεί να χρησιμοποιηθεί αργότερα σε ελέγχους βάρους.



Σχήμα 2.13: Μελέτη πληρώσεως τύπου

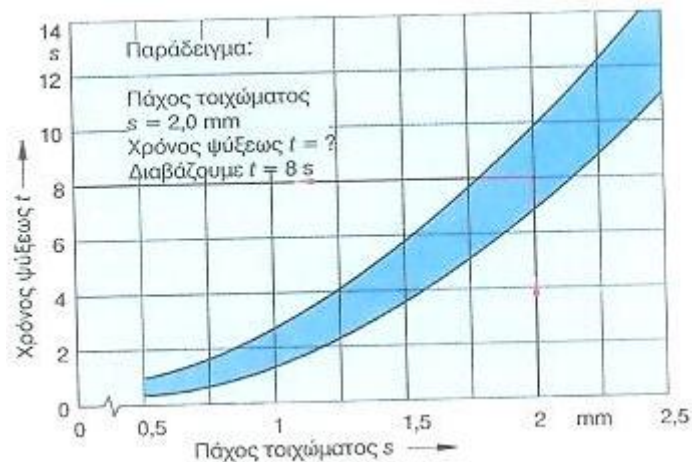
Ψύξη

Η ταχύτητα, με την οποία επέρχεται η σταθεροποίηση του σχήματος του υλικού κατά την ψύξη, εξαρτάται από τη **θερμοκρασία του εργαλείου**. Αυτή πάλι καθορίζεται από το είδος του υλικού (μάζας) χυτεύσεως και από τις απαιτήσεις, από το χυτό τεμάχιο και από το πάχος τοιχώματος (σχ. 2.14).

Στα φθηνά τεμάχια μαζικής παραγωγής εκλέγεται μια γρήγορη ψύξη και συνεπώς, μια χαμηλή θερμοκρασία εργαλείου, με σκοπό τη σμίκρυνση του χρόνου παραγωγής. Αυτά τα πρεσαριστά τεμάχια έχουν κατά την εξαγωγή τους από το καλούπι μίαν υψηλή θερμοκρασία. Για αυτόν το λόγο η συστολή και οι στρεβλώσεις τους είναι μεγαλύτερες. Αντίθετα, στα πρεσαριστά αντικείμενα, από τα οποία έχουμε υψηλές απαιτήσεις, είναι αναγκαίο μια βραδεία ψύξη, δηλαδή μια υψηλότερη θερμοκρασία εργαλείου. Η συστολή, η ποιότητα επιφάνειας κ.λπ. μπορούν να επηρεαστούν σωστά.

Όσο μεγαλύτερο είναι το πάχος τοιχώματος και όσο περισσότερες συγκεντρώσεις υλικού εμφανίζονται στο πρεσαριστό τεμάχιο, τόσο μεγαλύτερος είναι ο χρόνος ψύξεως.

Τη χρονική διαδικασία από την έγχυση του τήγματος στον κοίλο χώρο του καλουπιού έως την επόμενη έγχυση ονομάζουμε ρυθμό, εμβολισμό ή κύκλο.



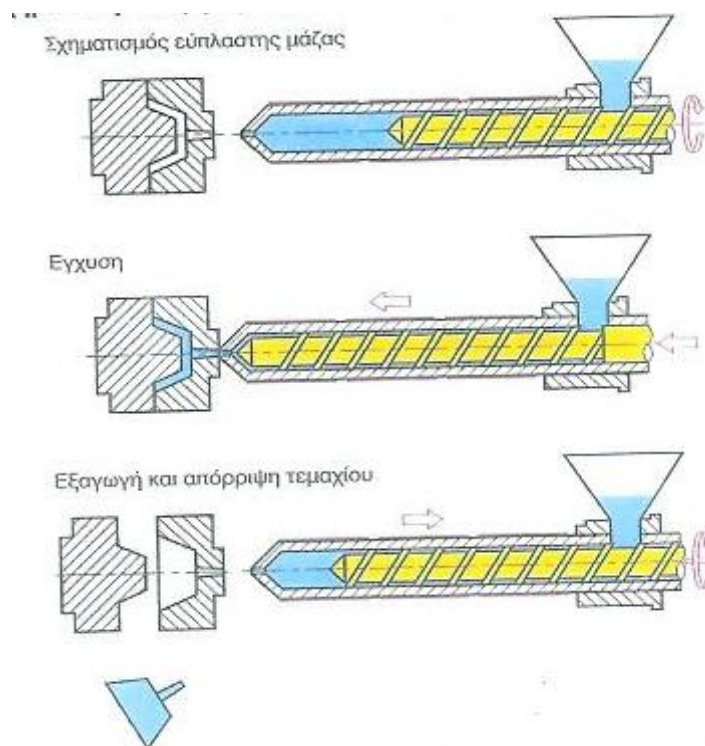
Σχήμα 2.14: Χρόνος ψύξεως για πολυστερίνη

2.2.2 Μηχανή εγχύσεως

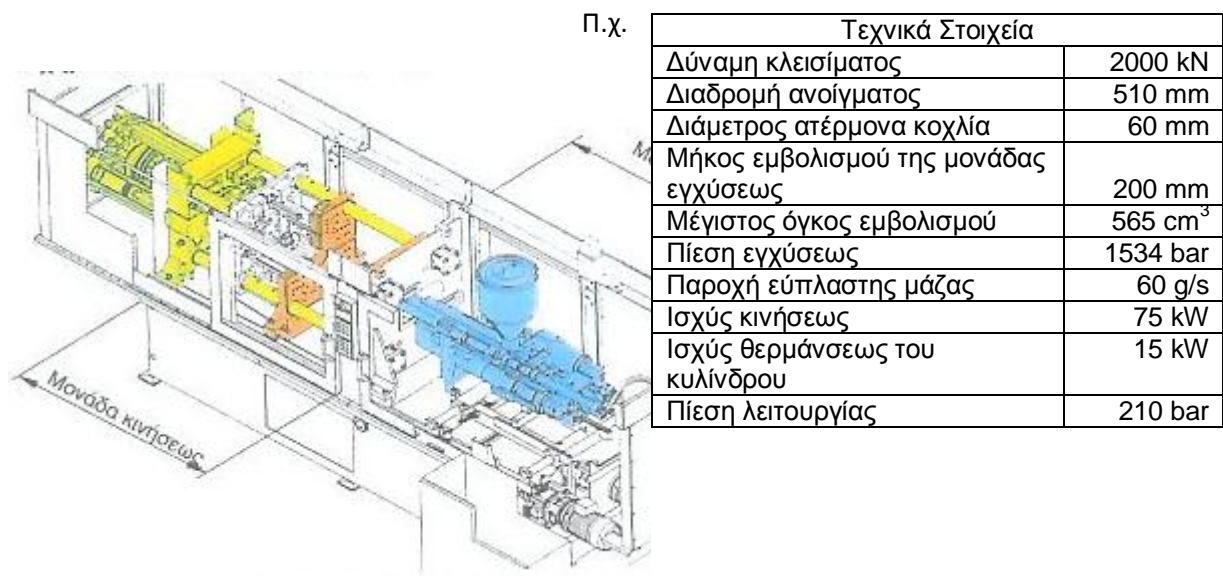
Αποστολές της μηχανής εγχύσεως είναι (σχ. 2.15):

- Ετοιμασία μάζας υλικού, κατάλληλης για επεξεργασία καθώς και της αναγκαίας πίεσεως εγχύσεως.
- Γέμισμα του κοίλου χώρου με μάζα υλικού.
- Πρόσκληση των κινήσεων για το άνοιγμα του καλουπιού, την απομάκρυνση του χυτού τεμαχίου και το κλείσιμο και συγκράτηση του κλειστού καλουπιού.

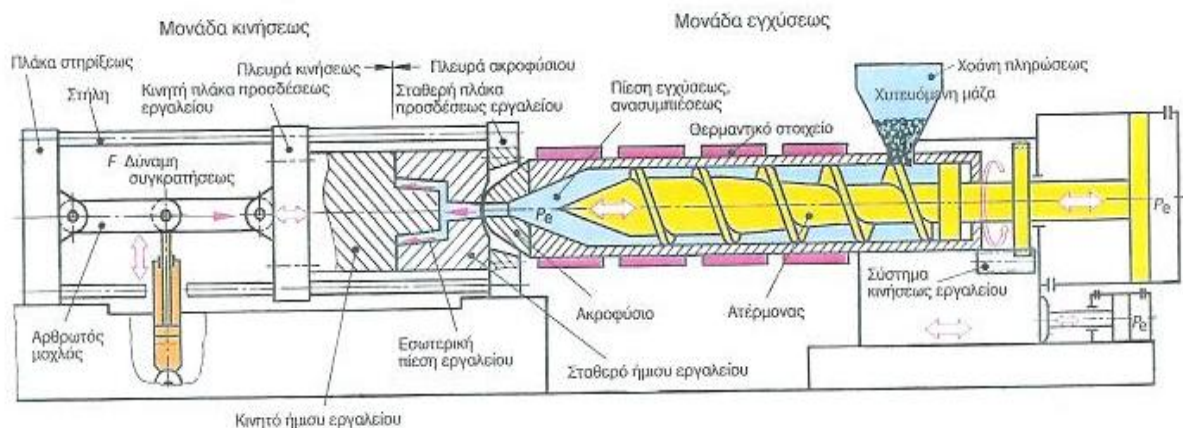
Τις δύο πρώτες αποστολές αναλαμβάνει η μονάδα εγχύσεως της μηχανής, ενώ την τρίτη αποστολή αναλαμβάνει η μονάδα κινήσεως (σχ. 2.16).



Σχήμα 2.15: Αποστολές της μηχανής εγχύσεως



Σχήμα 2.16: Μηχανή εγχύσεως

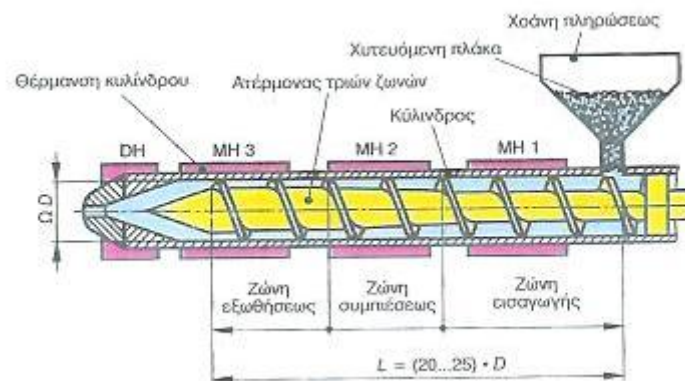


Σχήμα 2.17: Μηχανή εγχύσεως

Μονάδα εγχύσεως

Η μονάδα εγχύσεως έχει ως αποστολή την πρώτη ύλη, η οποία συνήθως είναι με τη μορφή κόκκων να: προωθεί, λιώνει, ομογενοποιεί, δηλαδή να την κάνει εύπλαστη και να τη συμπιέζει στο εργαλείο (σχ. 2.17).

Για αυτόν το σκοπό μέσα στη μηχανή υπάρχει ένα έμβολο – ατέρμονας κοχλίας που κινείται σε έναν κύλινδρο (σχ. 2.18), ο οποίος διαθέτει τρεις ζώνες. Η πρώτη ύλη, η μάζα του πλαστικού, διατρέχει τις τρεις ζώνες: εισαγωγής, συμπίεσεως και εξωθήσεως, μέσα από τις οποίες διαμορφώνεται σαν τήγμα κατάλληλο για επεξεργασία. Το τήγμα καταλήγει στο πρόσθιο μέρος του ατέρμονα. Όταν το υλικό είναι έτοιμο (εύπλαστο), τότε σταματά η περιστροφή του ατέρμονα και με μια ταχεία αξονική κίνηση συμπιέζεται το τήγμα προς τον κοίλο χώρο του καλουπιού.



Σχήμα 2.18: Έμβολο – Ατέρμονας διηθήσεως

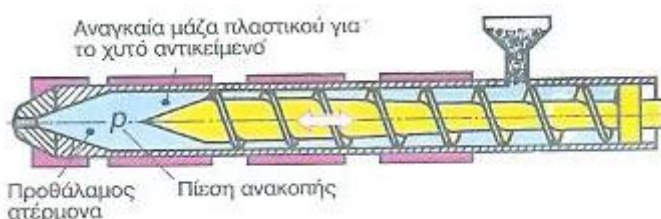
Ρυθμιζόμενα μεγέθη

Οι στροφές του ατέρμονα εξαρτώνται από τη διάμετρο του και την περιφερειακή ταχύτητα, η οποία δίνεται από τους κατασκευαστές της ά ύλης (πίνακας 2.3). Η αντίσταση της μάζας του πλαστικού μπροστά από την αιχμή του ατέρμονα εκφράζεται με τη λεγόμενη πίεση ανακοπής. Αυτή είναι η πίεση, η οποία δημιουργείται στη συγκεντρωμένη μάζα στο πρόσθιο μέρος του ατέρμονα. Έχει σαν αποτέλεσμα τη μετατόπιση του ατέρμονα αντίθετα προς την υδραυλική πίεση, κατά τη διάρκεια της ρευστοποιήσεως του πλαστικού. Η κίνηση του ατέρμονα τελειώνει, όταν συγκεντρωθεί μπροστά από την αιχμή του ατέρμονα αρκετό υλικό, με το οποίο θα γεμίσει ο κοίλος χώρος του εργαλείου (σχ. 2.19). Το ύψος της πίεσεως ανακοπής εξαρτάται, εκτός των άλλων, και από τη συνεκτικότητα του τήγματος (ιξώδες) και από την ευπάθεια στη θερμότητα της μάζας (πίνακας 2.3).

Ο πίνακας 2.4 (για PVC) δείχνει τις θέσεις και τις τιμές θερμοκρασίας στον κύλινδρο, που μπορούν να τοποθετηθούν.

Πίνακας 2.3: Αναγκαία μάζα πλαστικού για το χυτό αντικείμενο		
	Πρώτη ύλη	
	PMMA	PVC
Θερμοκρασία T πρώτης ύλης σε °C	200...250	150..180
Περιφερειακή ταχύτητα U_{max} σε m/s	0,3	0,08...0,1
Πίεση ανακοπής p σε bar	80...120	40...80

Πίνακας 2.4: Θερμοκρασίες κυλίνδρου για PVC σε °C				
DH	MH 3	MH 2	MH 1	Περιοχή χοάνης
170...210	160...190	160...170	140...160	30...40



Σχήμα 2.19: Αποτελέσματα της πίεσεως ανακοπής

Μονάδα κινήσεως

Η μονάδα κινήσεως δέχεται στην κινητή και στη σταθερή πλάκα προσδέσεως εργαλείου το αντίστοιχο ήμισυ του καλουπιού. Το άνοιγμα, το κλείσιμο και η συγκράτηση του εργαλείου γίνεται με ένα σύστημα αρθρωτού μοχλού ή με ένα πλήρως υδραυλικό σύστημα κινήσεως (σχ. 2.17).

Δύναμη κλεισίματος – Δύναμη συγκρατήσεως

Η δύναμη κλεισίματος F_s είναι η δύναμη, η οποία καταπονεί τις στήλες ύστερα από το κλείσιμο και τις επιμηκύνει, όπως επίσης πιέζει τα δύο ημίσεα του εργαλείου (σχ. 2.20). Κατά την έγχυση του υλικού αναπτύσσεται, λόγω της εσωτερικής πίεσεως του εργαλείου P_w , μια δύναμη F_a ($F_a = P_w \cdot A$), η οποία δημιουργεί μian πρόσθετη καταπόνηση των στηλών σε εφελκυσμό και επιμήκυνση. Το άθροισμα των δυνάμεων, οι οποίες φορτίζουν συνολικά τις στήλες κατά την έγχυση, λέγεται δύναμη συγκρατήσεως F_2 . Αυτή η δύναμη είναι πάντοτε μεγαλύτερη από τη δύναμη κλεισίματος και εξαρτάται από την ακαμψία της μηχανής και του εργαλείου.

Αν η δύναμη F_a είναι μεγαλύτερη από τη δύναμη συγκρατήσεως, τότε τα δύο ημίσεα του εργαλείου απομακρύνονται μεταξύ τους και εξέρχεται τήγμα μεταξύ των δύο ημίσεων του καλουπιού, το οποίο προκαλεί προεκτάματα ή λεπτά υμένια (σχ. 2.21).



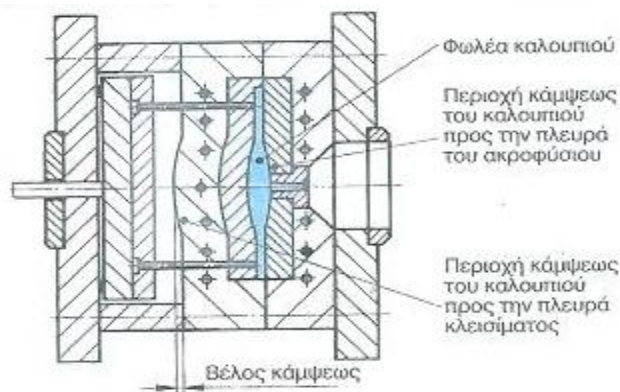
Σχήμα 2.20: Δυνάμεις κλεισίματος και συγκρατήσεως Σχήμα 2.21: Εξάρτημα με έγχυση, με και χωρίς προεκτάματα και οι περιοχές επέργειας τους

Αυτό το φαινόμενο καλείται υπερέγχυση ή υπερφόρτιση. Η δύναμη συγκρατήσεως, παρόλα αυτά, πρέπει να εκλεγεί κατά το δυνατό μικρή, ώστε να προληφθεί μια κάμψη των πλακών του εργαλείου, οι οποίες φέρουν τα καλούπια. Αυτή η κάμψη δημιουργείται από το γεγονός, ότι κατά την έγχυση, η εσωτερική πίεση του εργαλείου προσπαθεί να απομακρύνει τα δύο μέρη του καλουπιού, κυρίως στην περιοχή των κοίλων χώρων, ενώ οι δυνάμεις συγκρατήσεως ενεργούν μόνο στην περιοχή της άμεσης μεταφοράς των δυνάμεων (σχ. 2.20). Αν η ακαμψία των πλακών είναι μικρή, τότε η κάμψη είναι μεγάλη, ιδίως στην περιοχή του ακροφυσίου και των εξολκέων (σχ. 2.22).

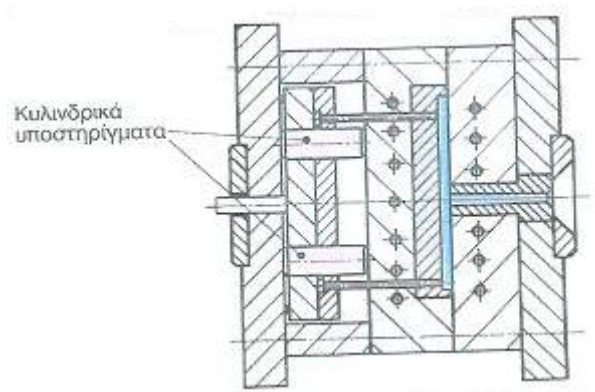
Η κάμψη οδηγεί στη δημιουργία προεκταμάτων και, κατά περίπτωση, στο γεγονός αδυναμίας εκλογής της μέγιστης δυνατής πίεσεως εγχύσεως.

Σα βοήθεια σε αυτό, προβλέπονται κυλινδρικά υποστηρίγματα, που κατασκευάζονται με ανοχές $+0.03...+0.05$ mm έναντι των εξωτερικών στηριγμάτων (σχ. 2.23).

Επίσης και η δύναμη κλεισίματος θα πρέπει να εκλεγεί όσο το δυνατόν μικρή, ώστε να μπορεί να διαφεύγει ο αέρας από τους κοίλους χώρους του καλουπιού, μέσω των επιφανειών επαφής των δύο μερών, κατά τη διάρκεια της εγχύσεως.



Σχήμα 2.22: Κάμψη των πλακών καλουπιού



Σχήμα 2.23: Κυλινδρικά υποστηρίγματα

Κυλινδρικά υποστηρίγματα

Ανοχές διαστάσεων στα χυτά με έγχυση τεμάχια

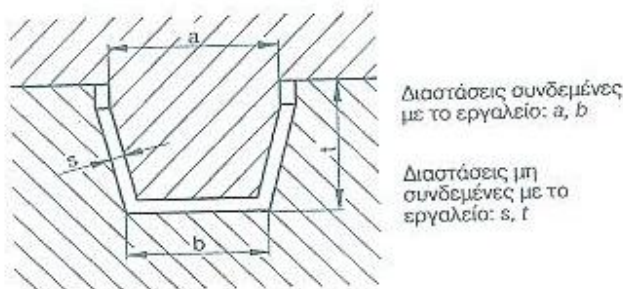
Οι πραγματοποιούμενες διαστάσεις εξαρτώνται κυρίως από τη συστολή, το πλαστικό υλικό και το είδος της διαστάσεως. Φυσικά, εδώ παίζει ρόλο και η ποιότητα της μηχανής(πρέσας) εγχύσεως και του εργαλείου.

Έτσι, μπορούν να πραγματοποιηθούν με τα άμορφα υλικά μικρότερες ανοχές από αυτές των ημικρυσταλλικών υλικών. Όμοια, μπορούν να κατασκευαστούν διαστάσεις συνδεδεμένες με το εργαλείο με μεγαλύτερη ακρίβεια από ότι διαστάσεις μη συνδεδεμένες με το εργαλείο, οι οποίες σχηματίζονται μόνον όταν κλείσει το εργαλείο (σχ. 2.24).

Στο DIN 16901, κατά τον καθορισμό των ανοχών, σχηματίζονται πρώτα ομάδες ανοχών σε συνάρτηση με το πλαστικό υλικό και με τη συστολή τους. Με αναφορά σε αυτές τις ομάδες ανοχών και το καθορισμένο είδος διαστάσεων κατατάσσονται οι επιτρεπόμενες αποκλίσεις στις περιοχές των διαφόρων ονομαστικών διαστάσεων.

Ο καθορισμός της γενικής ανοχής για τη διάσταση α, που είναι συνδεδεμένη με το εργαλείο στο σχ. 2.24, και που είναι 35 mm φαίνεται στον πίνακα 2.5.

Πίνακας 2.5: Καθορισμός της γενικής ανοχής	
Πολυαιθυλένιο	Ομάδα ανοχής
Διάσταση συνδεδεμένη με το εργαλείο	Χαρακτ. Αριθμός
Περιοχή ονομαστ. διαστάσεως	30 mm ... 40 mm
Γενική ανοχή	$\pm 0,39$ mm



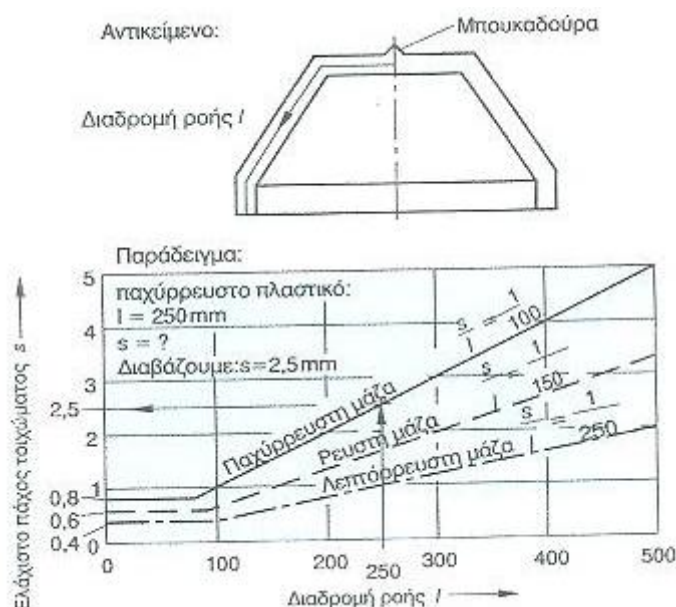
Σχήμα 2.24: Είδη διαστάσεων

2.2.3 Οδηγίες για τη διαμόρφωση χυτών με έγχυση τεμαχίων (VDI 2006)

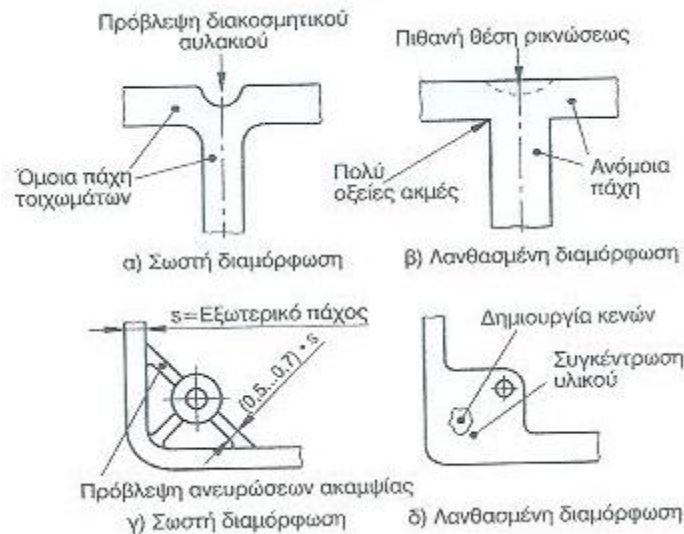
Τα πάχη των τοιχωμάτων πρέπει να είναι αρκετά μεγάλα, ώστε η μάζα του υλικού να γεμίζει το εργαλείο με βεβαιότητα, πριν αυτή αρχίσει να ψύχεται ή να γίνεται σκληρή. Για αυτόν το λόγο το ελάχιστο πάχος τοιχωμάτων εκλέγεται σε συνάρτηση με τη διαδρομή ροής μέσα στο εργαλείο και με την ικανότητα ροής του υλικού (σχ. 2.25 και σχ. 2.11).

Τα χυτά πρέπει να έχουν όσο είναι δυνατόν παντού το ίδιο πάχος τοιχωμάτων. Τα τοιχώματα στις συνηθισμένες περιπτώσεις έχουν πάχος από 1 mm έως 3 mm, ενώ για τα μεγάλα τεμάχια από 3mm έως 6 mm. Πάχη μικρότερα των 0,4 mm και μεγαλύτερα των 8 mm πραγματοποιούνται κάτω από ιδιαίτερες συνθήκες (σχ. 2.26α και 2.26β).

Πρέπει να αποφεύγεται κάθε συγκέντρωση υλικού και αιφνίδια αλλαγή της διατομής, διότι σε αυτές τις θέσεις εξωτερικά δημιουργούνται ρικνώσεις και στο εσωτερικό κενοί χώροι (σχ. 2.26δ). Εκτός αυτών, αν τα πάχη των τοιχωμάτων είναι διαφορετικά, θα είναι και η ψύξη ανομοιόμορφη οπότε προκαλούνται εσωτερικές τάσεις με αποτέλεσμα την εμφάνιση ρωγμών στις γωνίες και στις ακμές. Αν ένα χυτό πρέπει να έχει σταθερό σχήμα, τότε θα πρέπει να προβλεφθούν σε αυτό νευρώσεις για ενίσχυση της ακαμψίας του (σχ. 2.26γ).



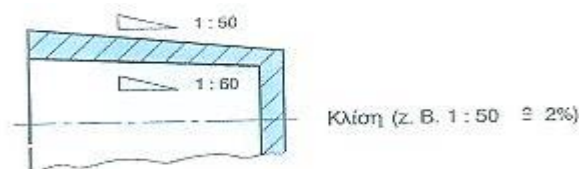
Σχήμα 2.25: Ελάχιστο πάχος τοιχώματος



Σχήμα 2.26: Παραδείγματα διαμορφώσεως

Για να είναι η απομάκρυνση του χυτού αντικειμένου εύκολη και γρήγορη, πρέπει όλες οι επιφάνειες του τεμαχίου, οι οποίες βρίσκονται στη διεύθυνση ανοίγματος του καλουπιού, να έχουν μια ελαφρά κλίση. Επιπλέον πρέπει να διασφαλίζεται ότι το αντικείμενο, κατά το άνοιγμα του καλουπιού, θα παρασυρθεί από το κινητό ήμισυ του εργαλείου και θα απορριφθεί από τη διάταξη εξολκέων (σχ. 2.27).

Οι τιμές που δίνονται στον πίνακα 2.6, είναι προσεγγιστικές τιμές της κλίσεως, διότι αυτές εξαρτώνται όχι μόνον από το ύψος του τεμαχίου, αλλά και από το σχήμα του, τη διάμετρο, από τη συστολή του και από τη διαδικασία εξαγωγής του από το καλούπι.



Σχήμα 2.27: Κλίση

Συστολή (τράβηγμα)

Κατά τον καθορισμό του κοίλου χώρου του καλουπιού πρέπει να ληφθεί υπόψη η συστολή και ενδεχόμενα, η επανασυστολή του χυτού τεμαχίου.

Με τον όρο συστολή εννοείται η αλλαγή διαστάσεων των τεμαχίων λόγω συρρικνώσεως του υλικού κατά την ψύξη. Αυτή εκφράζεται σαν διαφορά διαστάσεων μεταξύ κοίλου χώρου του εργαλείου και αντικειμένου. Κατά την αντιμετώπιση αυτής της συστολής (βλ. πίνακα 2.6) έρχεται και μια πρόσθετη δυσχέρεια: ότι πρέπει να ληφθεί υπόψη η διαφορά συστολής και η επανασυστολή.

Διαφορά συστολής εμφανίζεται, αν οι συστολές στη διεύθυνση ροής και στην κάθετη προς αυτή διεύθυνση, είναι διαφορετικές. Η διαφορά μεταξύ διαμήκους και εγκάρσιας συστολής καλείται διαφορά συστολής.

Επανασυστολή είναι η διαφορά διαστάσεως μεταξύ ενός αντικειμένου που έχει ψυχθεί στη θερμοκρασία χώρου και του ίδιου αντικειμένου μετά την επίδραση μιας ορισμένης θερμοκρασίας. Λόγω της επανασυστολής οι διαστάσεις του έτοιμου τεμαχίου γίνονται ακόμη μια φορά μικρότερες.

Μια έκφραση της συστολής με αριθμούς είναι πολύ δύσκολη, διότι η συστολή επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες, οι οποίοι ενεργούν ταυτόχρονα. Έτσι, π.χ. τα άμορφα θερμοπλαστικά (π.χ. πολυστερίνη) έχουν μικρή συστολή, ανεξάρτητη από εξωτερικές συνθήκες. Τα ημικρυσταλλικά πλαστικά υλικά (π.χ. πολυαιθυλένιο) έχουν μεγαλύτερη περιοχή συστολής (πίνακας 2.6). Η πίεση εγχύσεως και η ανασυμπίεση προκαλούν τη μεγαλύτερη επίδραση στη συστολή. Όσο μεγαλύτερες είναι αυτές οι πιέσεις τόσο μικρότερη παρουσιάζεται η συστολή. Επίσης, τη συστολή επηρεάζουν και η διαμόρφωση του τεμαχίου και η διαμόρφωση των οχετών χυτεύσεως.

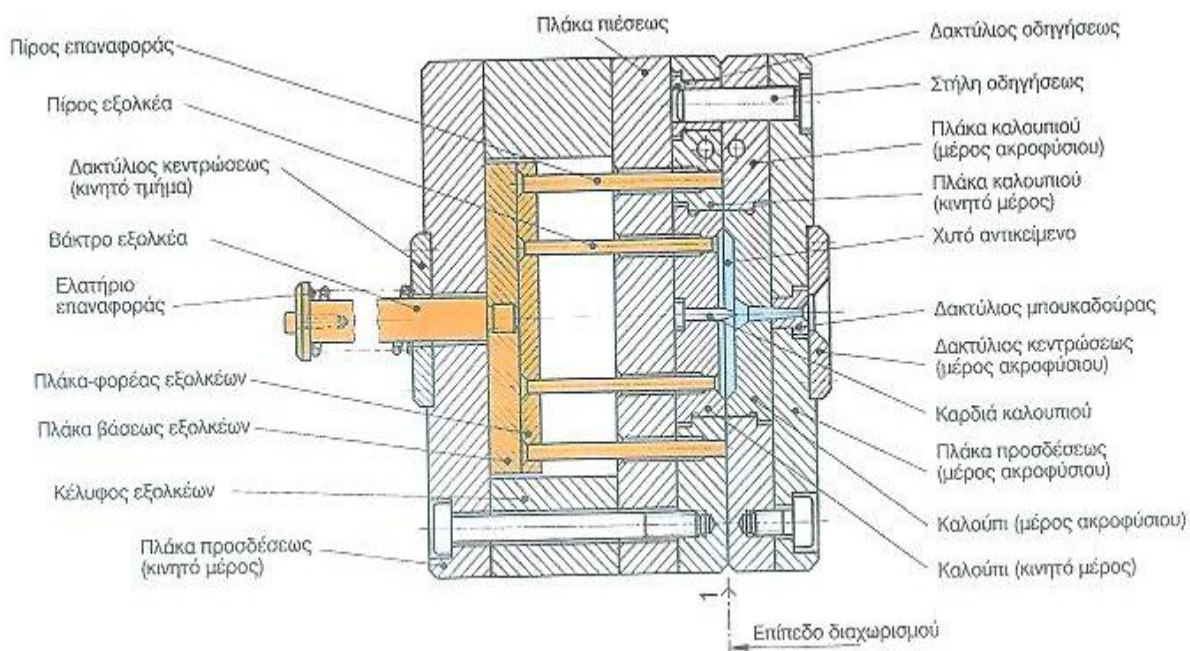
Μια άλλη επίδραση στη συστολή έχει και η θερμοκρασία του εργαλείου. Όσο υψηλότερη είναι αυτή τόσο ευκολότερα σχηματίζονται οι κρύσταλλοι. Αλλά τότε, και η συστολή γίνεται μεγαλύτερη.

Η συνολική συστολή είναι η διαφορά μεταξύ κοίλου χώρου και τεμαχίου, ύστερα από μακρό χρονικό διάστημα αποθηκεύσεως ή χρησιμοποίησεως ή και αποθηκεύσεως σε θερμό χώρο.

Πίνακας 2.6: Ενδεικτικές τιμές για συνθήκες επεξεργασίας χυτών με έγχυση

Πρώτη ύλη	Πίεση εγχύσεως p_s σε bar	Επανασυ- μπίεση p_N σε bar	Θερμοκρασία υλικού °C	Θερμοκρα- σία εργαλείου °C	Συστολή %	Κλίση %
Πολυστερί- νη	1200...1500	$(0,3...0,6) \cdot p_s$	150...280	10...50	ca. 0,45	1,5
ABS	1000...1500	$(0,3...0,6) \cdot p_s$	180...540	50...85	0,4...0,7	-
Πολυαιθυ- λένιο	1200...1500	$(0,3...0,6) \cdot p_s$	140...350	20...60	1,5...2	0,2...2
Πολυπρο- πυλένιο	1200...1800	$(0,4...0,6) \cdot p_s$	150...260	20...60	1,2...2,2	1,5
Πολυαν- θρακικά	1300...1800	$(0,4...0,6) \cdot p_s$	230...320	85...120	0,7...0,8	1
PVC	800...1600	$(0,3...0,5) \cdot p_s$	140...210	20...60	0,5...0,7	1,5

2.2.4 Δομή των εργαλείων χυτεύσεως με έγχυση



Σχήμα 2.28: Εργαλείο χυτεύσεως με έγχυση

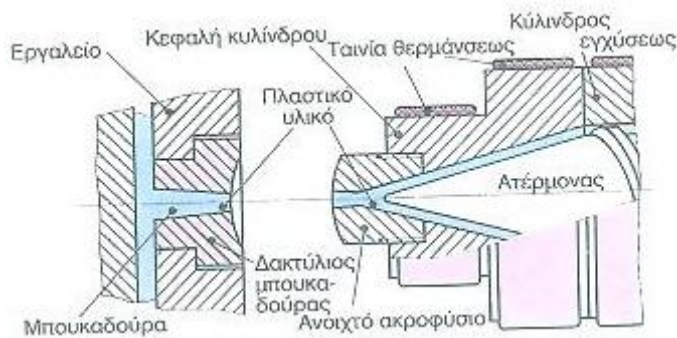
Τα εργαλεία χυτών με έγχυση είναι στη δομή τους όμοια με εκείνα που χρησιμοποιούνται στις χυτόπρεσες (σχ. 2.28).

Ακροφύσια

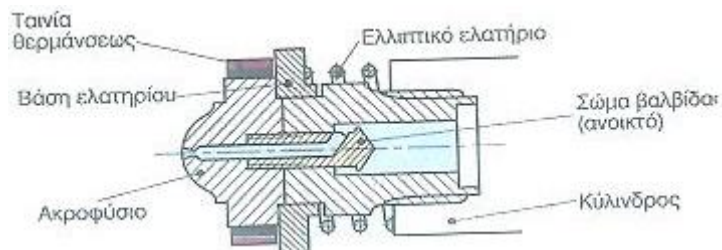
Το ακροφύσιο έχει ως αποστολή τη δημιουργία μιας στεγανής συνδέσεως, κατά το δυνατό χωρίς απώλειες πίεσεως και θερμοκρασίας, μεταξύ του κυλίνδρου εγχύσεως και του εργαλείου. Λόγω της επαφής με το ψυχρότερο εργαλείο, απομακρύνονται θερμότητα από το ακροφύσιο και από το τήγμα που παραμένει εκεί. Αυτή η απώλεια μπορεί να αντισταθμιστεί με θέρμανση του ακροφύσιου και απομάκρυνση του ακροφύσιου από το εργαλείο, ύστερα από την επανασυμπύεση.

Ανοιχτά και κλειστά ακροφύσια

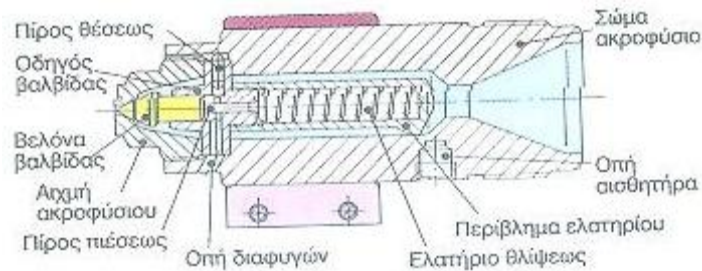
Αν επιτρέπεται από το ιξώδες του τήγματος, εκλέγεται συνήθως ένα ανοιχτό ακροφύσιο (σχ. 2.29). Οι απώλειες πίεσεως και θερμοκρασίας είναι ελάχιστες λόγω του λείου αυλού. Εκτός αυτού, το ανοιχτό ακροφύσιο καθαρίζεται και πλένεται εύκολα. Ο κίνδυνος εξόδου τήγματος από το ακροφύσιο ελαττώνεται, όσο μικρότερη γίνεται η οπή του ακροφύσιου (περ. 3 mm έως 8 mm). Αν το τήγμα είναι πολύ λεπτόρρευστο, τότε πρέπει να χρησιμοποιηθούν κλειστά ακροφύσια, π.χ. κλειστά ακροφύσια με σύρτη (σχ. 2.30) ή κλειστά ακροφύσια με βελόνα (σχ. 2.31). Αυτά είναι έτσι κατασκευασμένα, ώστε το άνοιγμα του ακροφύσιου να κλείνεται ύστερα από κάθε έγχυση και να φράζεται η εκροή του ρευστού υλικού.



Σχήμα 2.29: Ανοικτό ακροφύσιο



Σχήμα 2.30: Κλειστό ακροφύσιο με σύρτη



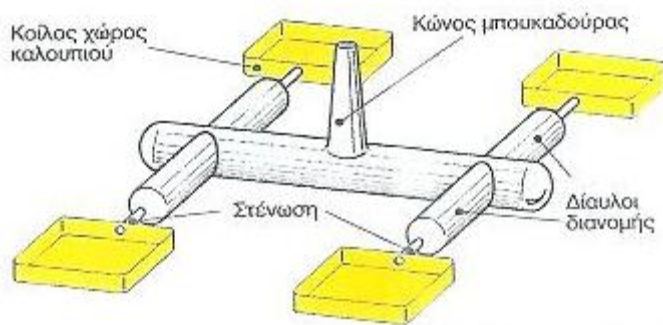
Σχήμα 2.31: Κλειστό ακροφύσιο με βελόνα

2.2.5 Μπουκαδούρα

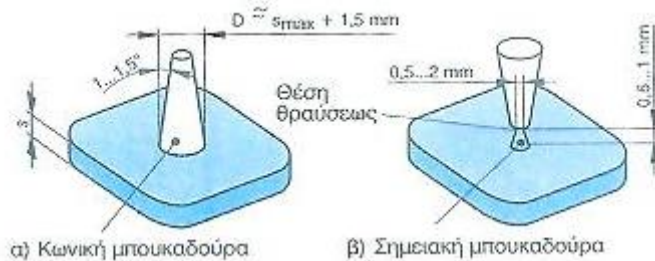
Η μπουκαδούρα είναι ένα σύστημα αγωγών κινήσεως της ρευστής μάζας από το ακροφύσιο προς τους κοίλους χώρους του καλουπιού.

Αυτό το σύστημα αποτελείται από τον κώνο μπουκαδούρας, από τους διαύλους διανομής και τη στένωση (σχ. 2.32). Σε απλές περιπτώσεις μπορεί το σύστημα αυτό να περιοριστεί μόνο στην κωνική οπή, η οποία οδηγεί κατευθείαν στον κοίλο χώρο του καλουπιού. Η θέση, στην οποία εισέρχεται η μπουκαδούρα στον κοίλο χώρο λέγεται στένωση.

Η μπουκαδούρα πρέπει να διαμορφωθεί, έτσι ώστε η ρευστή μάζα να γεμίζει τους χώρους ταυτόχρονα, από το συντομότερο δρόμο, με τις μικρότερες απώλειες σε θερμότητα και πίεση. Οι διατομές των δρόμων από τους οποίους διέρχεται το ρευστό, πρέπει να διαμορφωθούν, έτσι ώστε να πραγματοποιηθεί ένα ομοιόμορφο γέμισμα του συστήματος των διαύλων και των κοίλων χώρων του καλουπιού.



Σχήμα 2.32: Σύστημα μπουκαδούρας



Σχήμα 2.33: Κωνική και σημειακή μπουκαδούρα

Διαμόρφωση μπουκαδούρας

Η μορφή της μπουκαδούρας πρέπει να εκλεγεί έτσι, ώστε για τη συγκεκριμένη περίπτωση να μπορούν να πραγματοποιηθούν όλα τα προηγούμενα που αναφέραμε. Εκτός αυτών πρέπει να ληφθούν υπόψη και το σχήμα του αντικείμενου, το είδος του πλαστικού υλικού και το είδος του εργαλείου εγχύσεως.

Κωνική μπουκαδούρα

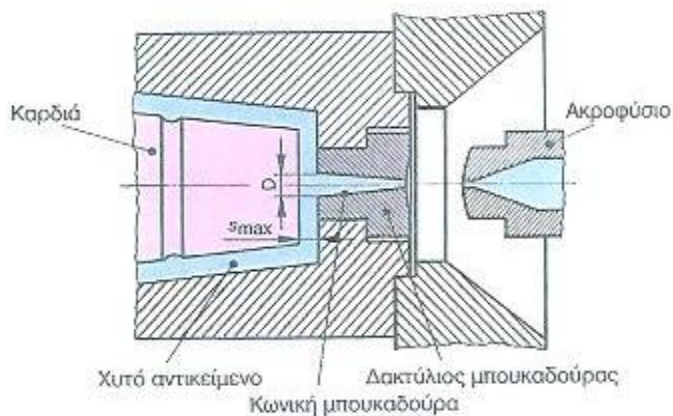
Οι κωνικές μπουκαδούρες χρησιμοποιούνται κυρίως σε συμμετρικά εκ περιστροφής σώματα και σε βαρέα αντικείμενα με έγχυση. Αυτή η μπουκαδούρα δεν πρέπει να τοποθετηθεί σε εμφανή μέρη, διότι αργότερα θα απομακρυνθεί με κοπή ή φρεζάρισμα.

Η διάμετρος D (σχ. 2.33α και σχ. 2.34) πρέπει να εκλεγεί, έτσι ώστε η μπουκαδούρα να στερεοποιείται κάπως αργότερα από ότι το αντικείμενο. Έτσι, με την επανασυμπίεση θα υπάρχει αρκετό τήγμα για να συμπίεστεί.

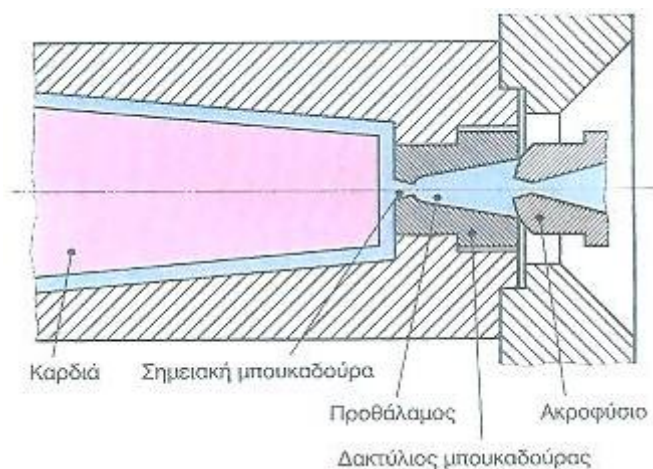
Σημειακή μπουκαδούρα

Κατά το άνοιγμα του καλουπιού θραύεται η μπουκαδούρα στη μικρότερη διατομή της και παραμένει στο τεμάχιο ένα πολύ μικρό προέκταμα (σχ. 2.33β και 2.35). Έτσι, δε χρειάζεται πρόσθετη κατεργασία και δε δημιουργείται επιφάνεια από κατεργασία, η οποία μπορεί να ενοχλεί οπτικά, όπως στις κωνικές μπουκαδούρες. Εκτός αυτού, δεν απαιτείτε απομάκρυνση του υλικού της μπουκαδούρας από τον προθάλαμο.

Η σημειακή μπουκαδούρα χρησιμοποιείται κυρίως για πολύ μικρά αντικείμενα και στη μαζική παραγωγή, σε απλά και πολλαπλά εργαλεία καθώς και σε πολλαπλές μπουκαδούρες για ένα μεγάλο αντικείμενο με έγχυση.



Σχήμα 2.34: Κωνική μπουκαδούρα

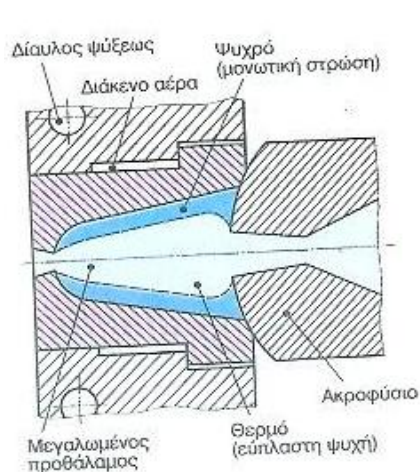


Σχήμα 2.35: Σημειακή μπουκαδούρα με προθάλαμο

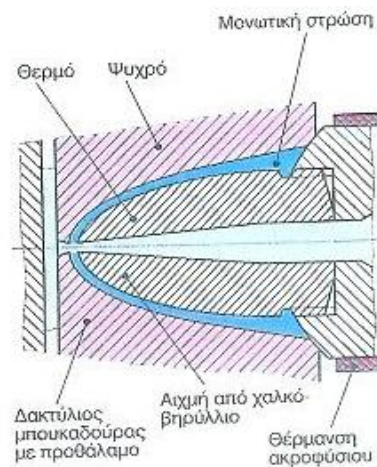
Όσο μικρότερη είναι η οπή της σημειακής μπουκαδούρας τόσο ευκολότερα θραύεται αυτή. Εδώ πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι εκτός από το πάχος του τοιχώματος, παίζει ρόλο το ιξώδες του τήγματος και η θερμοκρασία.

Αν ο κοίλος χώρος του καλουπιού δε γεμίζει γρήγορα λόγω της στενής οπής της μπουκαδούρας, τότε ψύχεται το τήγμα νωρίς μέσα στον προθάλαμο και έτσι θα πρέπει κατά την περίπτωση αυτή να απομακρυνθεί με το χέρι.

Για αυτόν το λόγο πρέπει να μεγαλώσει λίγο ο προθάλαμος, ώστε η ψυχρή μάζα του πλαστικού που προσφύεται στα εσωτερικά τοιχώματα να ενεργεί σα μονωτήρας (σχ. 2.36). Ο πυρήνας του τήγματος (καλούμενος εύπλαστη μάζα) διατηρείται σε ρευστή κατάσταση στην περιοχή της μπουκαδούρας. Η διάρκεια παραμονής του τήγματος στον προθάλαμο δε θα πρέπει να είναι μεγάλη. Είναι αναγκαίοι κύκλοι μικρής διάρκειας, δηλαδή επανειλημμένες εγχύσεις ανά λεπτό, ώστε να μπορεί το σύστημα να λειτουργήσει.



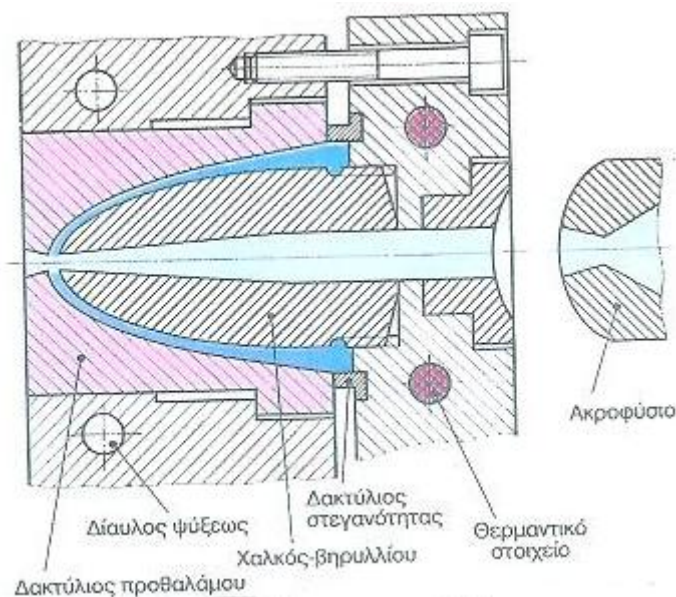
Σχήμα 2.36: Μεγαλωμένος προθάλαμος



Σχήμα 2.37: Προθάλαμος με επιμήκη αιχμή ακροφυσίου

Αν αυτή η συχνότητα δεν είναι δυνατή, τότε εισάγεται στον προθάλαμο μια αιχμή με διαμπερή οπή. Η αιχμή είναι από χαλκό και βηρύλλιο. Ο χώρος μεταξύ της αιχμής και των εσωτερικών τοιχωμάτων του προθάλαμου γεμίζεται με ψυχρή μάζα πλαστικού, η οποία ενεργεί ως μονωτικό. Η αιχμή δέχεται μέσω του ακροφυσίου αρκετή θερμότητα και έτσι διατηρείται ρευστή η μάζα του πλαστικού στο εσωτερικό (σχ. 2.37).

Μια άλλη δυνατότητα για να εμποδιστεί η ψύξη της μάζας είναι η θέρμανση του προθάλαμου με ειδικά θερμαντικά στοιχεία (σχ. 2.38).

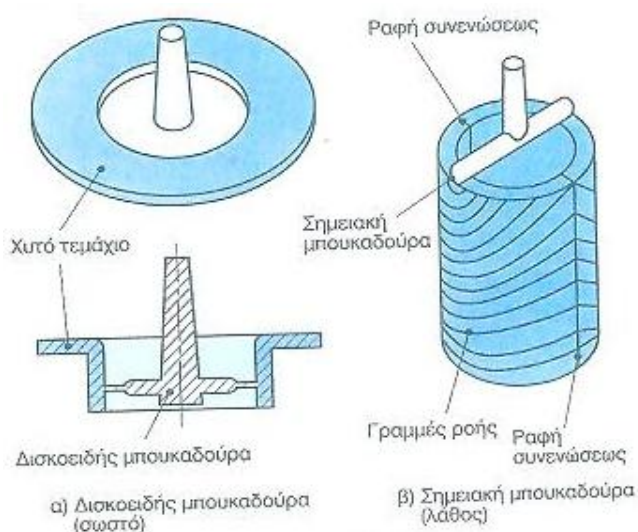


Σχήμα 2.38: Προθάλαμος με θερμαινόμενη αιχμή χαλκού - βηρυλλίου

Δισκοειδείς μπουκαδούρες

Αυτές χρησιμοποιούνται για χυτά τεμάχια μορφής κυκλικών δακτυλίων (σχ. 2.39α). Αν η χύτευση γινόταν με μια σημειακή μπουκαδούρα, τότε θα δημιουργούταν μια ραφή συνδέσεως ή ροής (σχ. 2.39β). Αυτή δημιουργείται, όταν δύο ρεύματα υλικού δεν μπορούν να συνδεθούν καλά μεταξύ τους λόγω πρόωρης ψύξεως. Όσο ψυχρότερα είναι τα δύο αυτά ρεύματα υλικού. Τόσο περισσότερο ορατές είναι οι ραφές συνενώσεως και τόσο μικρότερη είναι η αντοχή τους.

Επίσης, ραφές συνδέσεως δημιουργούνται όταν το ρεύμα του υλικού διαιρείται από μια καρδιά και τα δύο ρεύματα πρέπει να συνενωθούν πάλι.



Σχήμα 2.39: Δισκοειδής μπουκαδούρα

Μπουκαδούρα μορφής χοάνης

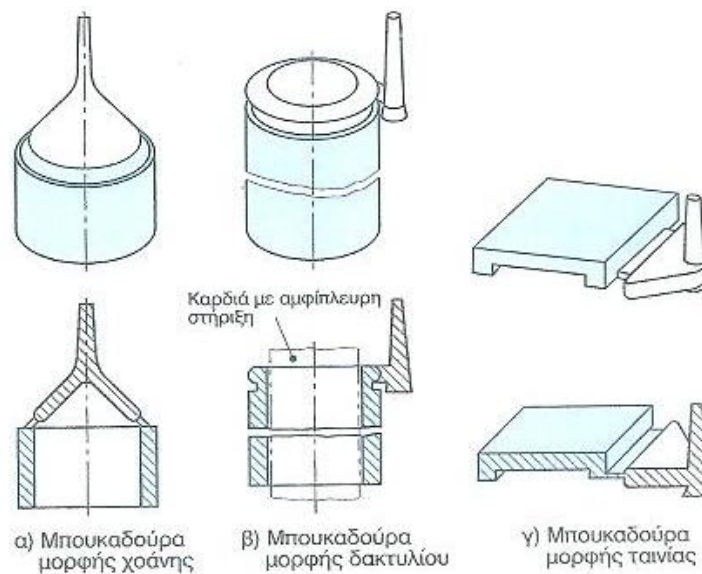
Αυτές χρησιμοποιούνται για μικρά – κοντά χυτά μορφής κοίλων κυλίνδρων (σχ. 2.40α).

Μπουκαδούρα μορφής δακτυλίου

Αν το χυτό πρέπει να έχει και καρδιά με αμφίπλευρη στήριξη μέσα στο καλούπι, τότε χρησιμοποιείται μπουκαδούρα μορφής δακτυλίου (σχ. 2.40β). Με αυτόν τον τρόπο κατασκευάζονται επιμήκη τεμάχια μορφής κοίλων κυλίνδρων με ομοιόμορφο πάχος.

Μπουκαδούρα μορφής ταινίας

Αβαθή μεγάλα τεμάχια είναι σκόπιμο να διαχωρίζονται μέσω μιας πλευρικής ή κεντρικής μπουκαδούρας μορφής ταινίας. Με αυτόν τον τρόπο αποφεύγονται οι ακατάλληλες συνθήκες ροής του υλικού (στη μια σημειακή μπουκαδούρα) ή οι επιζήμιες ραφές συνενώσεως (στις πολλαπλές σημειακές μπουκαδούρες), (σχ. 2.40γ).



Σχήμα 2.40: Λοιπές μορφές μπουκαδούρας

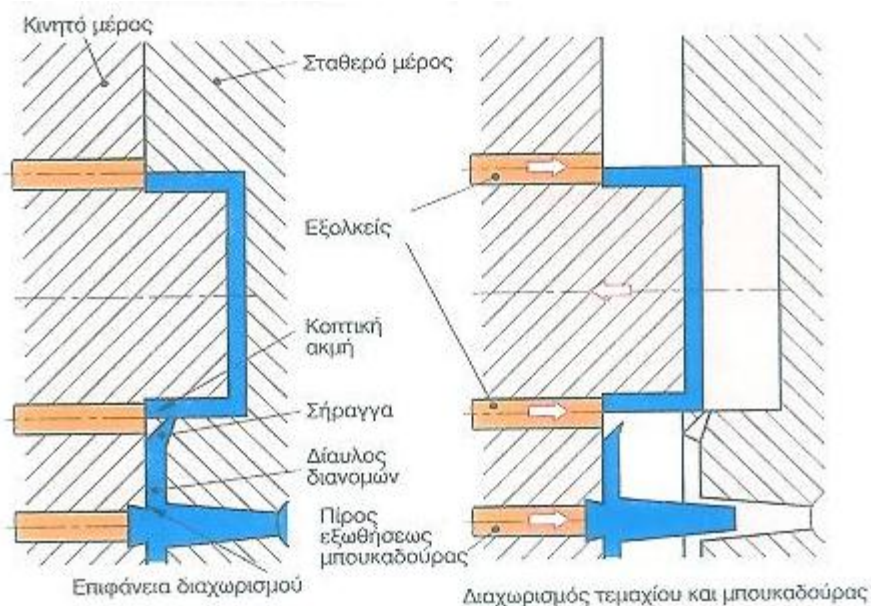
Μπουκαδούρα μορφής σήραγγας

Εδώ, το χυτό αντικείμενο έχει την μπουκαδούρα πλευρικά ή σε μη εμφανείς επιφάνειες ή σε άλλες θέσεις, που δεν παρουσιάζουν πρόβλημα. Το σύστημα της μπουκαδούρας αποχωρίζεται αυτόματα με το άνοιγμα των καλουπιών (σχ. 2.41).

Ο διάυλος διανομής, που βρίσκεται στην επιφάνεια διαχωρισμού, δεν οδηγεί κατευθείαν στον κοίλο χώρο του καλουπιού, αλλά σε λοξή κωνική σήραγγα, λίγο νωρίτερα, οδηγεί στη σταθερή πλευρά του εργαλείου μέσα στον κοίλο χώρο. Όταν υποχωρεί το κινητό ήμισυ του καλουπιού, τότε συμπαρασύρονται τόσο το χυτό τεμάχιο όσο και το σύστημα της μπουκαδούρας. Τώρα, η σήραγγα της μπουκαδούρας στη στένωση ψαλιδίζεται από την κοπτική ακμή (σχ. 2.41). Τελικά, το χυτό και το σύστημα της μπουκαδούρας απομακρύνονται από το καλούπι μέσω εξολκέων.

Όταν προβλέπεται μπουκαδούρα μορφής σήραγγας, πρέπει να προσεχθεί η μπουκαδούρα, που αποχωρίστηκε από το τεμάχιο, να κάμπτεται όταν ανοίγει το καλούπι. Αλλά για να μη σπάσει αυτή, πρέπει να έχει καλή κωνικότητα και να μπορεί να κάμπτεται ελεύθερα και μάλιστα με καθορισμένο σημείο κάμψης. Η μάζα του υλικού πρέπει να είναι συνεκτική και ελαστική ή κατά την εξαγωγή, να μην έχει στερεοποιηθεί τελείως. Μόνον τότε λειτουργεί το σύστημα απρόσκοπτα.

Επειδή στην μπουκαδούρα οι απώλειες πίεσης είναι μεγάλες, η μέθοδος εφαρμόζεται κυρίως για την κατασκευή απλών και μικρών τεμαχίων σε πολλαπλά εργαλεία.



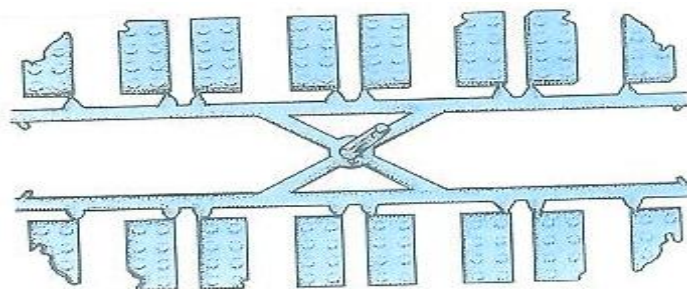
Σχήμα 2.41: Μπουκαδούρα μορφής σήραγγας

Μπουκαδούρες σε πολλαπλά εργαλεία

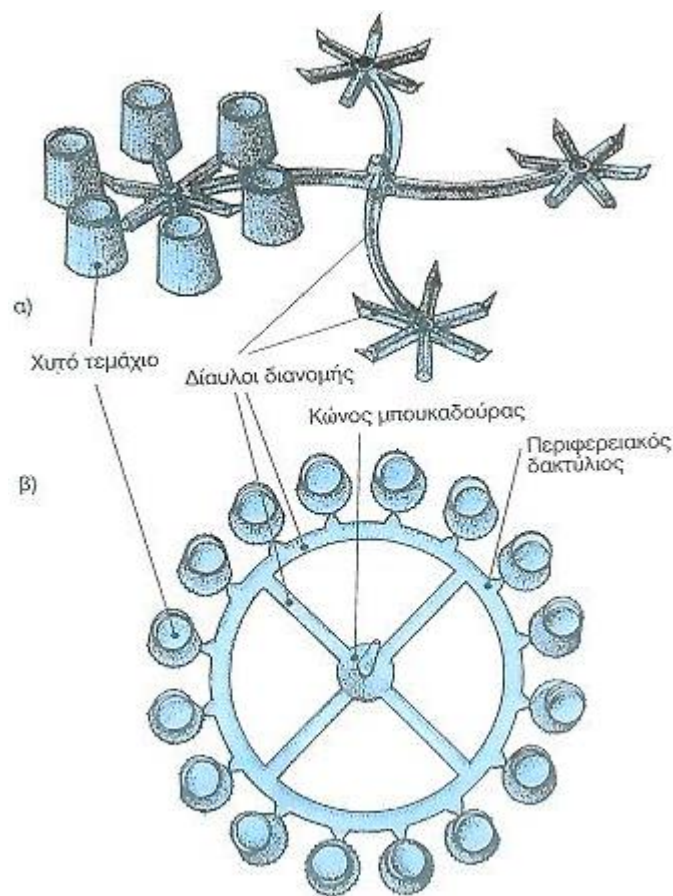
Σε ένα πολλαπλό εργαλείο παράγονται με μια έγχυση πολλά τεμάχια ταυτόχρονα. Αν οι κοίλοι χώροι του καλουπιού βρίσκονται στο επίπεδο διαχωρισμού, τότε η προώθηση του τήγματος γίνεται μέσω διαύλων διανομής (σχ. 2.43). Αν οι κοίλοι χώροι βρίσκονται συμμετρικά γύρω από το κέντρο του κώνου της μπουκαδούρας, τότε το σύστημα των διαύλων διανομής ονομάζεται αστέρας διανομής. Στους αστέρες διανομής, στο σχ. 2.43α, οι δρόμοι ροής της μάζας του υλικού είναι ίσου μήκους. Το πλεονέκτημα του αστέρα διανομής με περιφερειακό διάυλο, στο σχ. 2.43β, έγκειται, στο ότι το συνολικό μήκος των διαύλων διανομής είναι μικρότερο.

Στη διάταξη σε σειρά (σχ. 2.42), οι δρόμοι ροής της μάζας του υλικού έχουν διαφορετικό μήκος, πράγμα που μπορεί να οδηγήσει σε χαμηλής ποιότητας χυτό αντικείμενο. Το σχήμα 2.42 δείχνει ένα παράδειγμα ανομοιομόρφου γεμίσματος των χώρων. Αυτό το μειονέκτημα μπορεί κάποιος να το αντισταθμίσει με διαφορετικές διατομές στη στένωση. Το πλεονέκτημα αυτής της διατάξεως έγκειται στο μεγάλο αριθμό των τεμαχίων, που κατασκευάζονται ταυτόχρονα.

Αν το χυτό στερεοποιείται ταυτόχρονα με το σύστημα μπουκαδούρας και αυτά είναι συνδεδεμένα και μετά την εξαγωγή τους από το καλούπι, τότε το τεμάχιο πρέπει να διαχωριστεί από το σύστημα, με πρόσθετη εργασία.



Σχήμα 2.42: Διάταξη σε σειρά



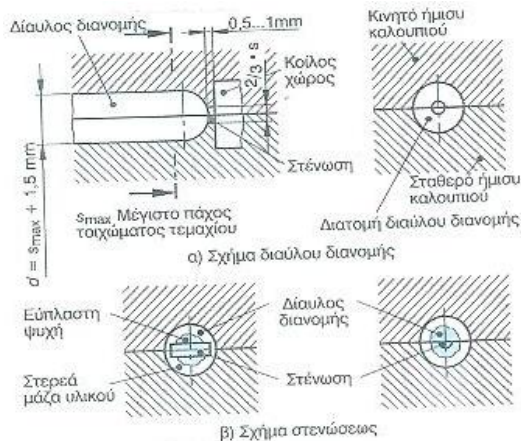
Σχήμα 2.43: Αστέρες διανομής

Δίαυλος διανομής και μορφή στενώσεως

Η διατομή του διαύλου διανομής θα πρέπει να είναι κυκλικού σχήματος, ώστε στη μέγιστη διατομή να υπάρχει η μικρότερη δυνατότητα ψύξεως. Η κατασκευή αυτής της διατομής είναι ακριβή, διότι πρέπει να κατασκευαστεί στα δύο ημίσεα του καλουπιού (σχ. 2.44). Μια τραπεζοειδής διατομή είναι, αντίθετα κατασκευάσιμη μόνον σε μία πλάκα του καλουπιού.

Στην κυκλική στένωση είναι αναγκαία η κατασκευή της επίσης στα δύο ημίσεα. Αν εκλεγεί η ορθογωνική διατομή, τότε πρέπει να προσεχθεί, το πλάτος της στενώσεως να είναι περίπου δύο χιλιοστά μικρότερο από ότι η διάμετρος του διαύλου διανομής (σχ. 2.44).

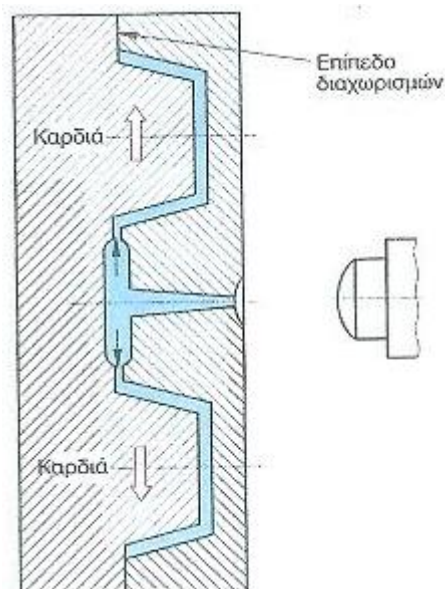
Βασικά η στένωση πρέπει να τοποθετηθεί και να διαμορφωθεί, έτσι ώστε μόνο θερμό υλικό, από την περιοχή της εύπλαστης ψυχής, να φθάνει στους κοίλους χώρους του καλουπιού. Ψυχρά σωματίδια από τα τοιχώματα του διαύλου διανομής πρέπει να συγκρατούνται. Επίσης, από τη θέση της στενώσεως μπορεί να επηρεαστεί και η διεύθυνση εγχύσεως μέσα στο καλούπι.



Σχήμα 2.44: Σχήμα διαύλου διανομής και στενώσεις

Αν, σε ένα υψηλό αντικείμενο με καρδιά, τοποθετηθεί η στένωση στη διαχωριστική επιφάνεια, τότε μπορεί η καρδιά να παρουσιάσει κάμψη λόγω της πλευρικής πίεσεως κατά την εισροή της ρευστής μάζας από τα πλάγια. Αυτό προκαλεί τη μετάθεση της καρδιάς, η οποία έχει ως συνέπεια άνισα πάχη τοιχωμάτων και ανομοιόμορφο γέμισμα του καλουπιού (σχ. 2.45).

Επιπλέον, ένα μέρος του αέρα από το χώρο του καλουπιού δεν μπορεί να διαφύγει. Η μάζα γεμίζει αρχικά την κάτω περίμετρο της καρδιάς και σφραγίζει έτσι τους διαύλους στην επιφάνεια διαχωρισμού, μέσα από τους οποίους, κανονικά διαφεύγει ο αέρας. Ο αέρας συμπίεζεται, υπερθερμαίνεται και έτσι σε αυτήν τη θέση το τήγμα εξανθρακώνεται (φαινόμενο Diesel).



Σχήμα 2.45: Πλευρική εισροή υλικού σε υψηλά αντικείμενα

Εργαλείο τριών πλακών

Για τους παραπάνω λόγους στα υψηλά αντικείμενα εισέρχεται το υλικό από την πλευρά του πυθμένα τους, κεντρικά. Έτσι, είναι αναγκαία δύο επίπεδα διαχωρισμού. Στο ένα επίπεδο βρίσκονται οι κοίλοι χώροι του καλουπιού και στο άλλο οι δίαυλοι διανομής (σχ. 2.46).

Όταν υποχωρεί το κινητό ήμισυ του καλουπιού, τότε το χυτό συμπαρασύρεται από την καρδιά και αποχωρίζεται από το σύστημα των διαύλων στη θέση της στενώσεως. Κατόπιν κινείται προς τα αριστερά το ήμισυ του καλουπιού (στη μεσαία πλάκα). Το δίκτυο διανομής σύρεται προς τα έξω και πρέπει να απομακρυνθεί από την πλάκα στηρίξεως με τη βοήθεια εξολκένων.

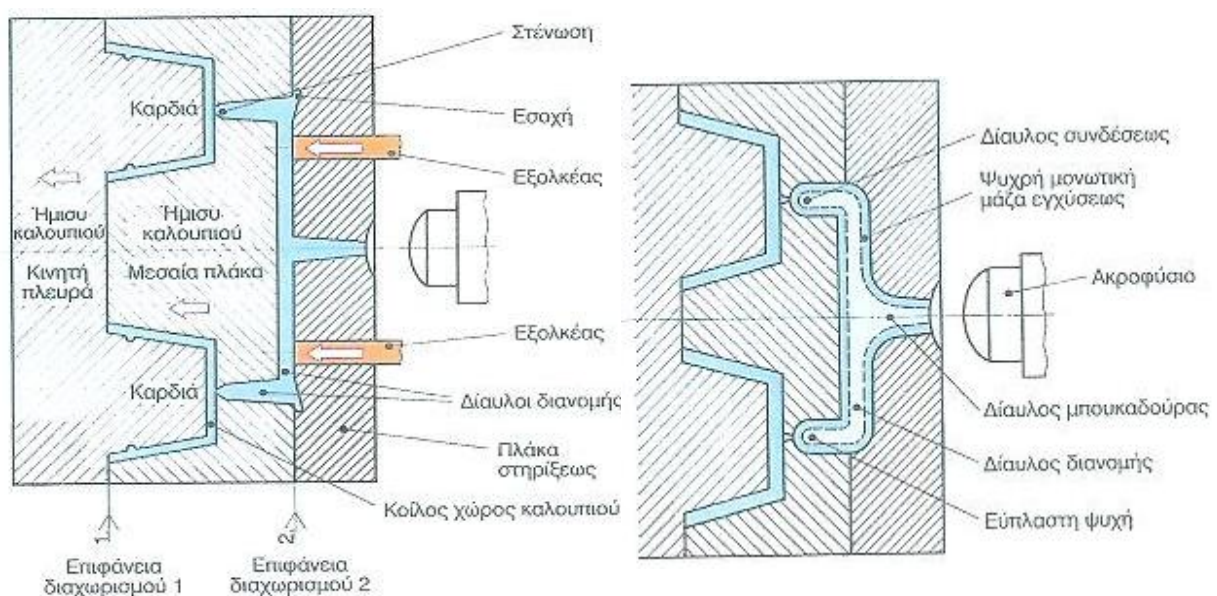
Με την κεντρική σύνδεση πραγματοποιείται ένα συμμετρικό γέμισμα και αυτό έχει ως συνέπεια τη μεγάλη κυκλική συμμετρία των παραγόμενων τεμαχίων. Η εισροή του υλικού μπορεί να γίνει εκτός εμφανών επιφανειών ή λειτουργικής σημασίας επιφανειών.

Για την ασφαλή εξαναγκασμένη κίνηση της πλάκας (Επιφ. Διαχωρισμού 2) που χρειάζεται για την εξαγωγή του δικτύου διανομής προβλέπονται ειδικοί μηχανισμοί.

Εργαλείο με μονωτικό δίαυλο

Αν θέλει κάποιος να εξοικονομήσει την απομάκρυνση του δικτύου διανομής και τη διεργασία για την επαναχρησιμοποίηση της μάζας, τότε πρέπει να χρησιμοποιήσει ένα εργαλείο με μονωτικό δίαυλο (σχ. 2.47).

Εδώ, μεγαλώνουν πολύ στη διάμετρο ο δίαυλος μπουκαδούρας, ο δίαυλος διανομής και οι συνδετήριοι δίαυλοι, ώστε στα εσωτερικά τους τοιχώματα να διατηρείται μια ψυχρή, μονωτική στιβάδα υλικού εγχύσεως. Στο εσωτερικό των διαύλων υπάρχει τότε συνεχώς μια εύπλαστη περιοχή. Για να μη στερεοποιηθεί το υλικό μέσα στους διαύλους πρέπει να γίνονται οι εγχύσεις με γρήγορο ρυθμό.



Σχήμα 2.46: Εργαλείο τριών πλακών

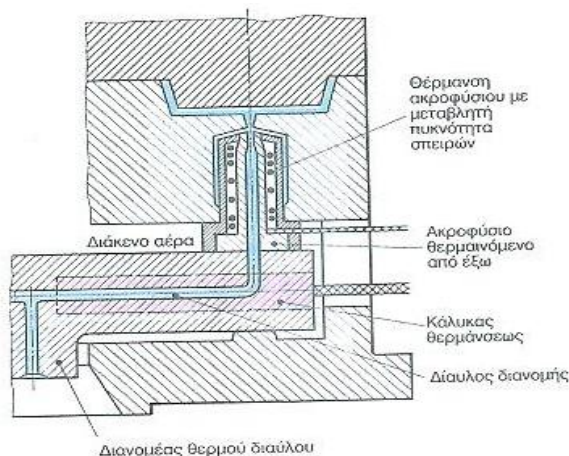
Σχήμα 2.47: Εργαλείο με μονωτικό δίαυλο

Εργαλείο θερμαινόμενου διαύλου

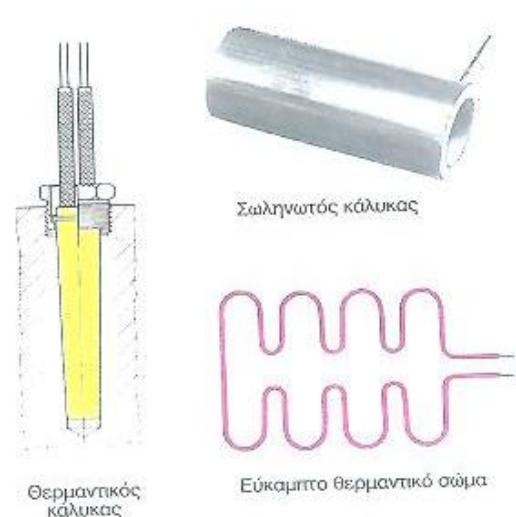
Μια βελτίωση του εργαλείου με μονωτικό δίαυλο είναι το εργαλείο θερμαινόμενου διαύλου (σχ. 2.48). Μέσα σε αυτό, η μάζα του υλικού που βρίσκεται στους διαύλους διανομής, διατηρείται στη θερμοκρασία εγχύσεως συνεχώς, με θερμαντικούς κάλυκες ή/και με σωληνωτά θερμαντικά σώματα (σχ. 2.49).

Για να μη μεταφέρεται θερμότητα από την περιοχή του θερμού διαύλου προς το σημαντικό ψυχρότερο εργαλείο, μπορεί να προβλεφθεί ένα μονωτικό στρώμα αέρα ή και ελάσματα ανακλάσεως. Θερμικοί αισθητήρες σε σύνδεση με ένα ρυθμιστικό κύκλωμα φροντίζουν για μια κατά το δυνατό ομοιόμορφη θερμοκρασία στο σύστημα της μπουκαδούρας.

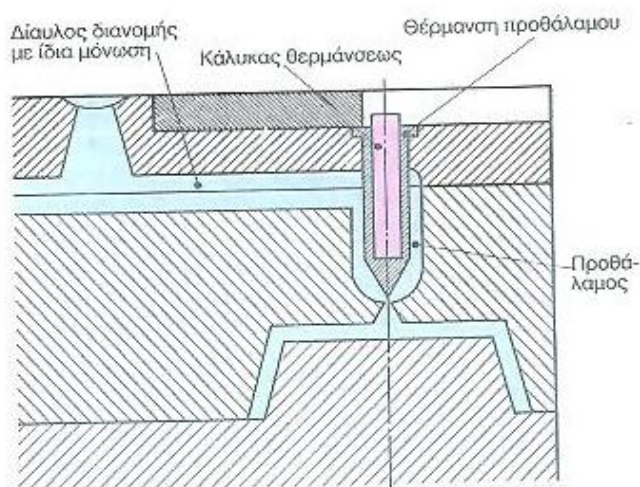
Στην περιοχή του προθάλαμου μπορούν να τοποθετηθούν ακροφύσια θερμαινόμενα από έξω (σχ. 2.48) ή ακροφύσια κλειστού τύπου με βελόνες. Στο σχήμα 2.50 φαίνεται μια διάταξη εγχύσεως με μονωτικό – θερμαινόμενο δίαυλο, με θερμαντικό βλήτρο. Εδώ γίνεται εξοικονόμηση ολόκληρου του συγκροτήματος του θερμαινόμενου διαύλου και θερμαίνεται μόνον ο προθάλαμος. Σε αυτήν την περίπτωση η θέρμανση γίνεται από μέσα. Αυτό σημαίνει ότι υπάρχει μια δακτυλιοειδής εύπλαστη περιοχή. Η ψυχρή οριακή στιβάδα διατηρείται σταθερή, διότι προσφύεται στα τοιχώματα του διαύλου διανομής.



Σχήμα 2.48: Εργαλείο θερμού διαύλου



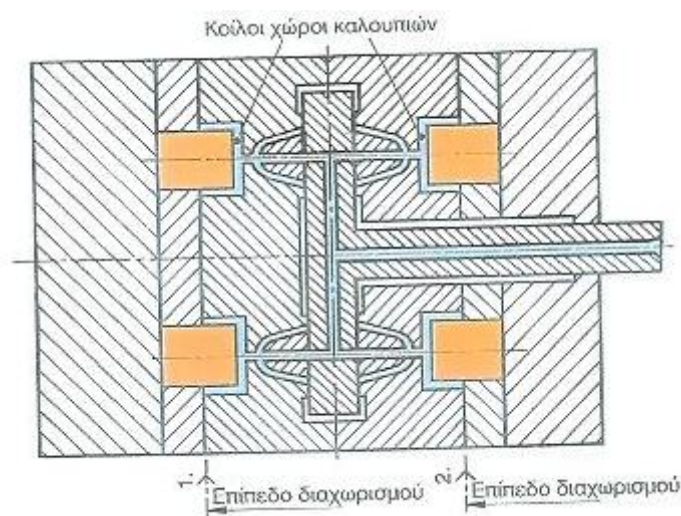
Σχήμα 2.49: Θερμαντικά στοιχεία



Σχήμα 2.50: Μπουκαδούρα μονωτικού – θερμαινόμενου διαύλου

Διώροφο εργαλείο

Αν π.χ. σε μίαν μπουκαδούρα τύπου θερμαινόμενου διαύλου τοποθετηθεί συμμετρικά και απέναντι από τις στενώσεις και τους κοίλους χώρους μια όμοια διάταξη, τότε δημιουργείται το διώροφο εργαλείο (σχ. 2.51). Αυτό το εργαλείο έχει δύο επίπεδα διαχωρισμού, στα οποία βρίσκονται οι κοίλοι χώροι των εργαλείων. Εδώ διπλασιάζεται το πλήθος των παραγόμενων τεμαχίων σε κάθε έγχυση. Επειδή η πίεση μέσα στο εργαλείο είναι πάντοτε η ίδια, δε μεταβάλλεται η δύναμη συγκρατήσεως έναντι του εργαλείου, που έχει ένα επίπεδο διαχωρισμού. Μεταβάλλονται, βέβαια, το ύψος του εργαλείου, η διαδρομή ανοίγματος και ο όγκος του υλικού, που απαιτείται σε κάθε έγχυση.

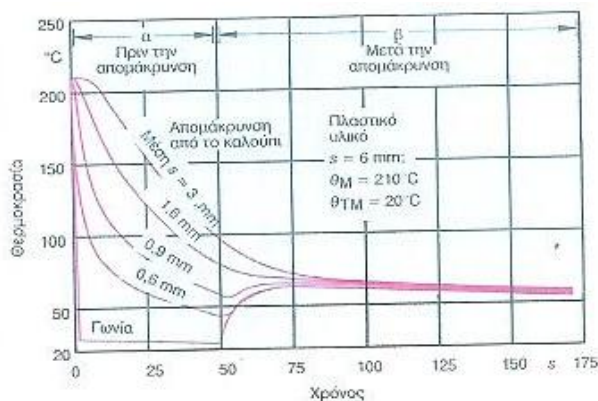


Σχήμα 2.51: Διώροφο εργαλείο

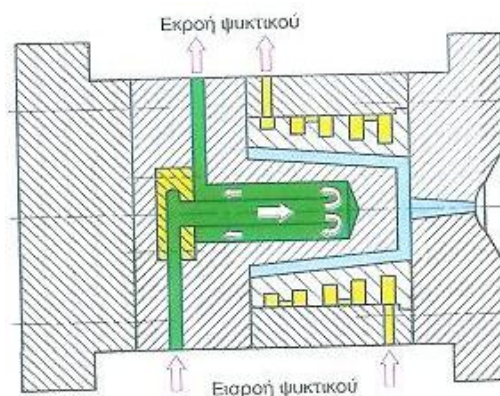
2.2.6 Ψύξη εργαλείου

Μετά την έγχυση, πρέπει να αφαιρεθεί τόση θερμότητα από τη μάζα του πλαστικού υλικού, ώστε το αντικείμενο, σε σχετικά μικρό χρόνο, να έχει ψυχθεί τόσο, ώστε να μπορεί να απομακρυνθεί από το καλούπι χωρίς να παραμορφωθεί. Ο χρόνος που απαιτείται γι' αυτό λέγεται χρόνος ψύξεως (σχ. 2.52).

Αυτό γίνεται με ένα σύστημα από ψυκτικούς αυλούς (σχ. 2.53) στους οποίους κυκλοφορεί συνήθως νερό. Κατά τη διάταξη των αυλών ψύξεως πρέπει να ληφθεί υπόψη, ότι στο εργαλείο υπάρχουν περιοχές με διαφορετικές θερμοκρασίες, οι οποίες πρέπει να ψυχθούν εξίσου γρήγορα. Έτσι, οι καρδιές, επάνω στις οποίες συρρικνώνεται το χυτό, παίρνουν περισσότερη θερμότητα και πρέπει να ψυχθούν περισσότερο, απ' ό,τι τα μέρη του εργαλείου, από τα οποία αποκολλάται το τεμάχιο λόγω συστολής του. Γι' αυτό το λόγο, πότε – πότε, συνίσταται η κατασκευή περισσότερων ψυκτικών κυκλωμάτων, ανεξάρτητων μεταξύ τους με δυνατότητα αυτόματης ρυθμίσεως.



Σχήμα 2.52.: Μεταβολή της θερμοκρασίας στο τεμάχιο

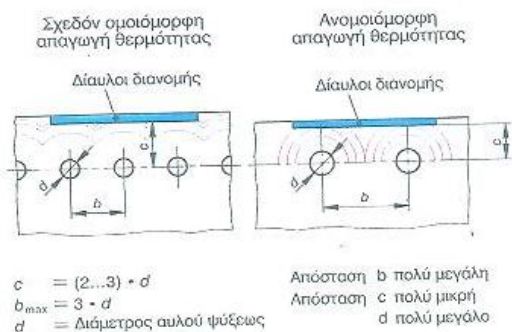


Σχήμα 2.53: Ψύξη εργαλείου

Ο αριθμός, η διάμετρος και η θέση των αυλών ψύξεως σχετικά με την επιφάνεια των τοιχωμάτων πρέπει να επιλεγούν, έτσι ώστε να πραγματοποιείται η πλέον καλή ψύξη, αλλά και να διασφαλίζεται η ακαμψία των πλακών του εργαλείου. Η ιδεώδης διατομή του αυλού ψύξεως είναι το τετράγωνο. Έναντι της κυκλικής διατομής, αυτό έχει μεγαλύτερη επιφάνεια και συνεπώς καλύτερο ψυκτικό αποτέλεσμα. Όμως, τα υψηλότερα έξοδα κατασκευής, τα προβλήματα ακαμψίας και στεγανότητας, οδηγούν, όπου αυτό είναι δυνατόν, στην κυκλική διατομή με τρύπημα. Οι πλάκες του εργαλείου με τρυπημένους (στρογγυλούς) αυλούς είναι περισσότερο άκαμπτες έναντι των φρεζαριστών συναρμολογημένων πλακών των καλουπιών.

Το μέγεθος της διαμέτρου του αυλού μπορεί να ληφθεί από τον πίνακα 2.7 και εξαρτάται από το πάχος των τοιχωμάτων του τεμαχίου.

Αν θέλει κάποιος να έχει μια ταχεία απαγωγή θερμότητας, τότε πρέπει να κατασκευάσει τους αυλούς ψύξεως κοντά στους διαύλους διανομής. Αν, πάλι, εκλεγεί μια μεγαλύτερη απόσταση, ενώ οι αυλοί μεταξύ τους έχουν μικρότερες αποστάσεις, τότε θα υπάρχει και μια ομαλότερη ψύξη της επιφάνειας των διαύλων διανομής (σχ. 2.54). Αν δεν μπορούν να κατασκευαστούν λόγω ελλείψεως χώρου ή για λόγους αντοχής, αυλοί ψύξεως, τότε στις ανάλογες θέσεις να χρησιμοποιηθεί υλικό με μεγάλη θερμοαγωγιμότητα, π.χ. κράμα χαλκού – βηρυλλίου.



Πίνακας 2.7: Διάμετρος αυλών ψύξεως d	
Πάχος τοιχωμάτων χυτού σε mm	Διάμετρος d σε mm
2	8...10
4	10...12
6	12...15

Σχήμα 2.54: Απόσταση των αυλών ψύξεως

Κατά τη σύνδεση των σωλήνων στα κυκλώματα ψύξεως πρέπει να αποκλειστεί η εναλλαγή μεταξύ εισόδου και εξόδου. Γι' αυτόν το λόγο πρέπει να επισημαίνονται ιδιαίτερα οι εισοδοί και οι έξοδοι.

Για την απότομη ψύξη προσφέρεται το νερό, σαν το φθηνότερο μέσο ψύξεως. Η ένταση της ψύξεως μπορεί να ρυθμιστεί μέσω ρυθμίσεως της ποσότητας στη βαλβίδα. Για μεγαλύτερες απαιτήσεις στην απότομη ψύξη, συμφέρει η χρήση μιας θερμοκρασιακής συσκευής. Αυτή προωθεί το ψυκτικό μέσο μέσα από το ψυκτικό σύστημα του εργαλείου και ρυθμίζει την επιθυμητή θερμοκρασία εισόδου αυτόματα. Σε μέτρια ψύξη ή μέτρια θέρμανση, αποκτά το εργαλείο, ήδη πριν από την έναρξη της παραγωγής, τη θερμοκρασία που απαιτείται (πίνακας 2.6), ενώ η θερμοκρασιακή συσκευή χρησιμοποιείται σα συσκευή θερμάνσεως. Κατά την παραγωγή, η θερμοκρασιακή συσκευή χρησιμοποιείται σχεδόν αποκλειστικά σα συσκευή ψύξεως με μετριασμό της θερμοκρασίας. Με τον όρο μετριασμός θερμοκρασίας, εννοούμε ότι το μέσο μπορεί να θερμανθεί ή και να ψυχθεί.

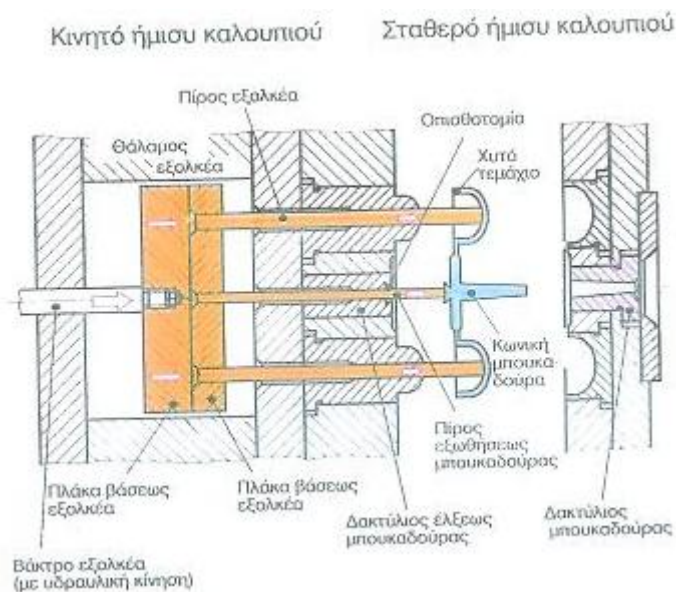
Όταν ρυθμίζεται η θερμοκρασία εισόδου, πρέπει να προσεχθεί ότι μ' αυτόν τον τρόπο δε ρυθμίζεται η θερμοκρασία του εργαλείου και έτσι οι μεταβολές θερμοκρασίας του εργαλείου μπορεί να είναι μεγάλες, διότι τα μεγέθη διαταράξεως δε λαμβάνονται υπόψη. Σε αντικείμενα υψηλών απαιτήσεων δεν επιτρέπονται μεγάλες διακυμάνσεις στη θερμοκρασία του εργαλείου. Αυτό επιτυγχάνεται με τη ρύθμιση της θερμοκρασίας του εργαλείου. Εδώ με έναν αισθητήρα μέσα στο εργαλείο εξακριβώνεται η θερμοκρασία του και αυτή διορθώνεται στην τιμή της επιθυμητής θερμοκρασίας εργαλείου με μεταβολή της θερμοκρασίας εισόδου του ψυκτικού μέσου. Ο αισθητήρας θερμοκρασίας τοποθετείται εκεί όπου επικρατεί μια σταθερή θερμοκρασία και κατά το δυνατόν μπορούν να αποκλειστούν επιδράσεις από τους αυλούς ψύξεως, από τη θερμοκρασία των τοιχωμάτων του καλουπιού και της επιφάνειας στηρίξεως.

Εξώθηση από το καλούπι

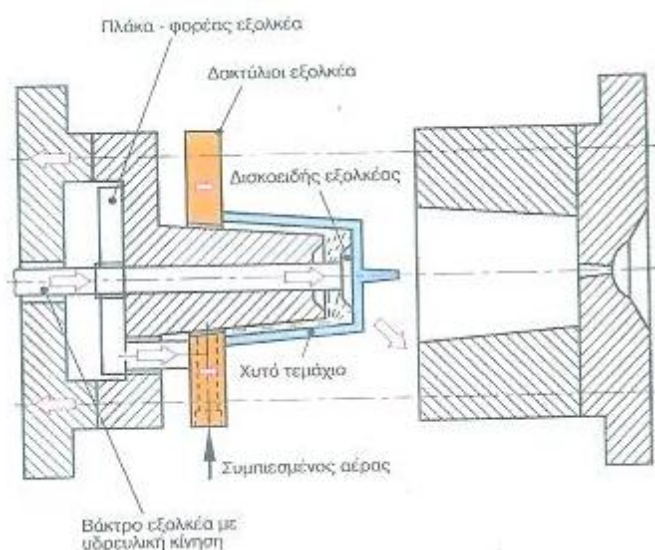
Μ' αυτόν τον όρο εννοείται η απομάκρυνση του χυτευμένου αντικειμένου από το εργαλείο. Γι' αυτόν το σκοπό χρησιμοποιείται ένα σύστημα εξολκέων, το οποίο, όμως, να επιτρέπει μια κατά το δυνατόν αυτόματη απομάκρυνση (σχ. 2.55).

Κατά το άνοιγμα του καλουπιού πρέπει, ταυτόχρονα, να διασφαλιστεί ότι το χυτό τεμάχιο βρίσκεται στο κινητό ήμισυ του καλουπιού. Ακόμη, κατά το άνοιγμα μπορεί να αρχίσει η διαδικασία της απομακρύνσεως μέσω της υδραυλικής διατάξεως των εξολκέων.

Οι πίροι των εξολκέων πρέπει να έχουν τέτοια διάταξη, ώστε το αντικείμενο να εξωθείται ομοιόμορφα. Η μετωπική πλευρά του εξολκέα πρέπει να είναι εναρμολοσμένη με τη μορφή του αντικειμένου (σχ. 2.55).



Σχήμα 2.55: Σύστημα εξολκεία



Σχήμα 2.56: Διάφορα στοιχεία εξολκεία

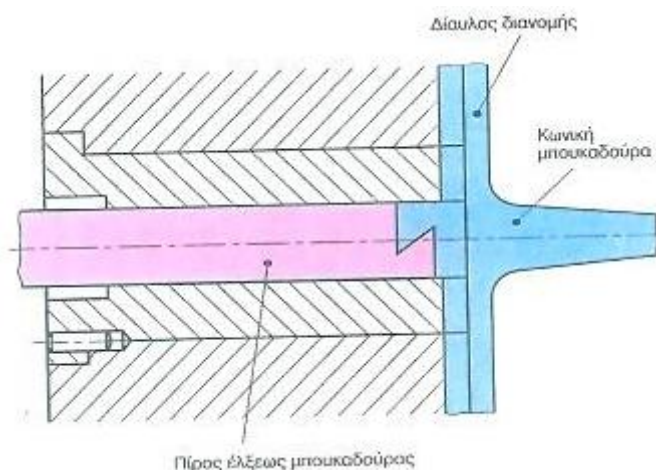
Στις εργασίες με πύρους εξολκείων πρέπει να υπολογιστεί η διατομή τους τόσο, ώστε να μην υπάρχουν θέσεις συνθλίψεως επάνω στο χυτό. Αυτές μπορεί να ενοχλούν, όταν βρίσκονται σε εμφανείς ή λειτουργικές επιφάνειες.

Αν δεν αρκούν οι κανονικοί πύροι, τότε για πρόσθετη υποστήριξη μπορούν να χρησιμοποιηθούν π.χ. δισκοειδείς εξολκείς ή δακτυλιοειδείς ή συμπιεσμένος αέρας (σχ. 2.56).

Συμπιεσμένος αέρας χρησιμοποιείται τότε, όταν υπάρχει κίνδυνος δημιουργίας κενού μεταξύ καρδιάς και χυτών τεμαχίου. Το κενό μπορεί να προκαλέσει παραμόρφωση του τεμαχίου. Εκτός αυτού, ο συμπιεσμένος αέρας συμπληρώνει την εξώθηση του τεμαχίου, διότι ο εξολκείας έχει μια περιορισμένη διαδρομή.

Αν πρέπει, ταυτόχρονα με το χυτό, να απομακρυνθεί και το δίκτυο διανομής του ρευστού υλικού, τότε μπορούν να χρησιμοποιηθούν π.χ. δακτύλιος έλξεως μπουκαδούρας και πύρος εξώθησεως μπουκαδούρας (σχ. 2.55) ή πύρος έλξεως μπουκαδούρας (σχ. 2.57).

Για να διασφαλιστεί ότι η κωνική μπουκαδούρα θα απομακρυνθεί από τον δακτύλιο μπουκαδούρας, παίρνει η οπή του εξολκέα, από τον δακτύλιο, μίαν οπισθοτομία (σχ. 2.55). Αν τα χυτά τεμάχια και το δίκτυο διανομής δεν πρέπει να πέσουν προς τα κάτω, μετά την εξώθηση, αλλά να απομακρυνθούν με το χέρι, τότε η μετωπική πλευρά του πύρου γίνεται ονυχοειδής (σχ. 2.57).



Σχήμα 2.57: Πύρος έλξεως μπουκαδούρας

Εξώθηση τεμαχίων με εσοχές ή προεξοχές

Αν στις εσωτερικές ή στις εξωτερικές επιφάνειες ενός τεμαχίου υπάρχουν εσοχές ή προεξοχές, τότε πρέπει να χρησιμοποιηθούν σύρτες ή σιαγόνες.

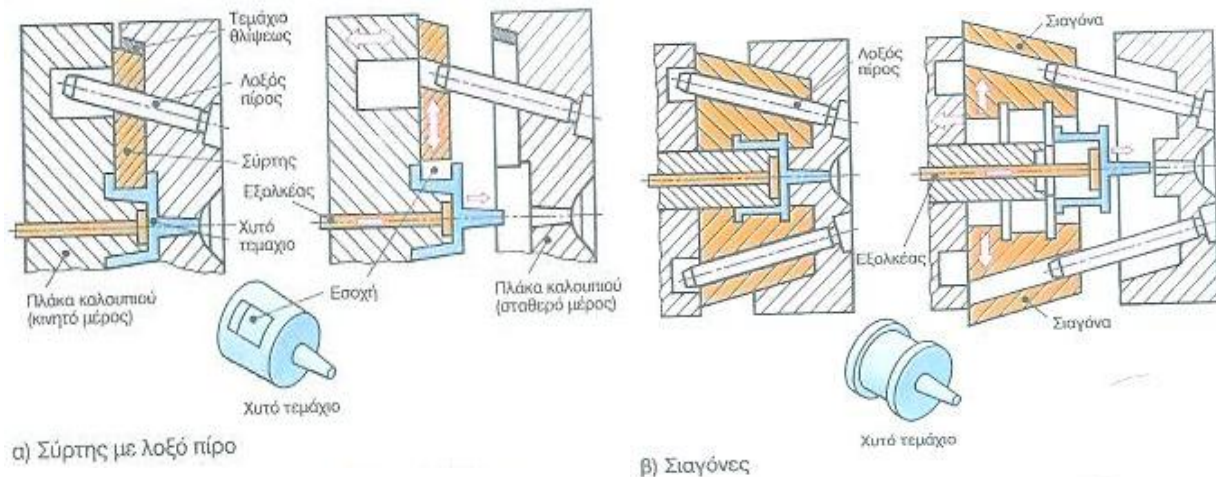
Σύρτες

Οι σύρτες χρησιμοποιούνται όταν υπάρχουν σε μια ή σε μερικές θέσεις, στην περίμετρο του τεμαχίου, εσοχές ή προεξοχές (σχ. 2.58α).

Σιαγόνες

Αν βρίσκονται σε ολόκληρη την περίμετρο του τεμαχίου στενώσεις (λαιμοί) και αν ολόκληρη η εξωτερική περίμετρος του τεμαχίου βρίσκεται μέσα στο σύρτη, τότε έχουμε την περίπτωση σιαγόνας ή μορφής σιαγόνων (σχ. 2.58β).

Σαν οδηγοί των σιαγόνων χρησιμοποιούνται συνήθως χελιδονοουρές ή πρισματοηγοί. Η κίνηση των σιαγόνων γίνεται με λοξούς πύρους, τοποθετημένους στο σταθερό ήμισυ του εργαλείου.



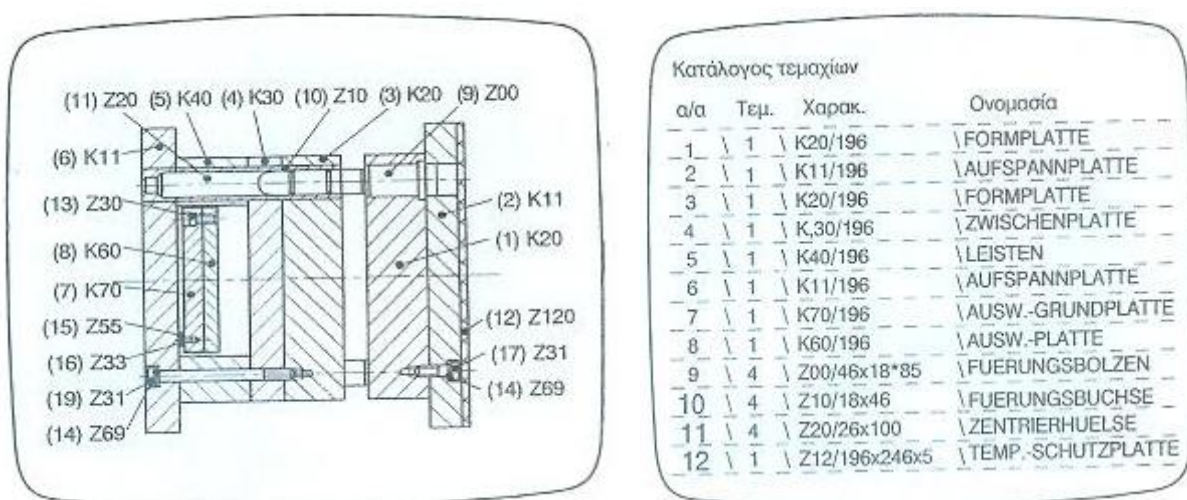
Σχήμα 2.58: Εξώθηση τεμαχίου με προεξοχές

2.2.7 Καλούπια χυτεύσεως από τυποποιημένα εξαρτήματα

Επειδή σχεδόν όλα τα καλούπια αποτελούνται από τα ίδια βασικά εξαρτήματα, προσφέρεται έτσι μια τυποποίηση τους. Με τον όρο τυποποιημένα εξαρτήματα εννοούνται επαναλαμβανόμενα κατασκευαστικά στοιχεία καλουπιών, τα οποία κατασκευάζονται από διάφορες εταιρείες σε τυποποιημένες διαστάσεις. Τα πλεονεκτήματα έγκεινται στο ότι αυτά τα τυποποιημένα εξαρτήματα κατασκευάζονται σε μεγάλους αριθμούς, με πολύ μεγάλη ακρίβεια, και έτσι είναι φθηνότερα, ενώ ο χρόνος κατασκευής του εργαλείου μειώνεται σημαντικά. Έτσι, ο ειδικευμένος τεχνίτης μπορεί να ασχοληθεί με την ειδικευμένη εργασία π.χ. την κατασκευή των διαύλων διανομής, καρδιών, διατάξεων εξολκείων και συναρμολόγηση.

Ο τεχνίτης κατά την εκλογή των τυποποιημένων εξαρτημάτων παίρνει είτε έτοιμα συναρμολογημένα τεμάχια από άλλα καλούπια, είτε δημιουργεί από τα διάφορα στοιχεία ένα ειδικό για την περίπτωση καλούπι.

Εδώ μπορεί να χρησιμοποιήσει την τεχνική CAD δηλαδή τη μελέτη με υποστήριξη υπολογιστή. Τα επιμέρους τυποποιημένα στοιχεία φαίνονται στην οθόνη και μπορούν να συναρμολογηθούν εκεί σχηματίζοντας ένα καλούπι. Τα εξαρτήματα που χρειάζονται απομνημονεύονται αυτόματα και μπορούν να εκτυπωθούν σε δελτίο με τον εκτυπωτή (σχ. 2.59).



Σχήμα 2.59: Βασικά τεμάχια καλουπιού με κατάλογο τεμαχίων

Τα συναρμολογούμενα αυτά στοιχεία ουσιαστικά περιορίζονται στα εξής:

Πλάκες στερεώσεως, για τη στήριξη του καλουπιού στην πρέσα πλαστικών.

Πλάκες καλουπιού για την υποδοχή των κοίλων χώρων του καλουπιού.

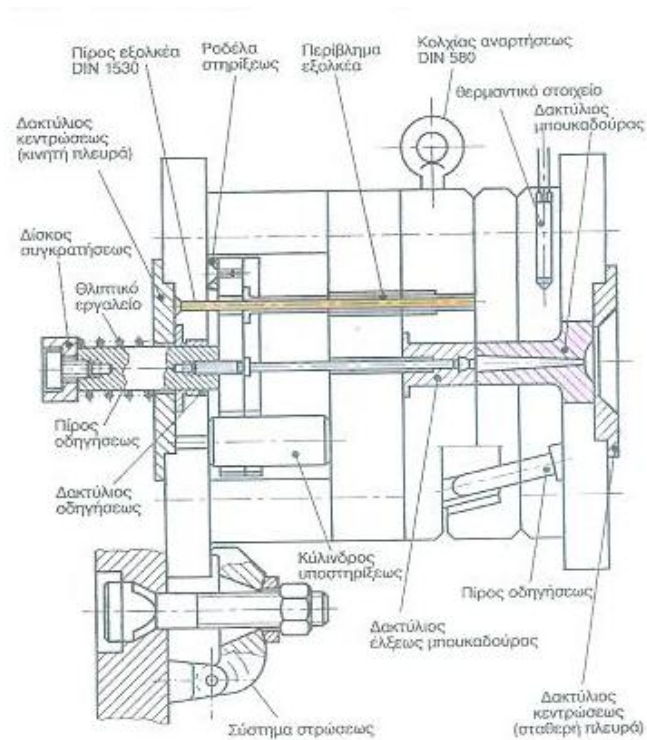
Πλάκες πίεσεως για τη στήριξη των καρδιών και άλλων εξαρτημάτων ή για την παραλαβή των πιεστικών δυνάμεων.

Πλάκες εξολκείων, οι οποίες υποδέχονται τους εξολκείς.

Δακτύλιοι και στήλες οδηγήσεως καθώς και στοιχεία κεντρώσεως, των οποίων οι οπές υποδοχής είναι σε όλες τις πλάκες ίδιες.

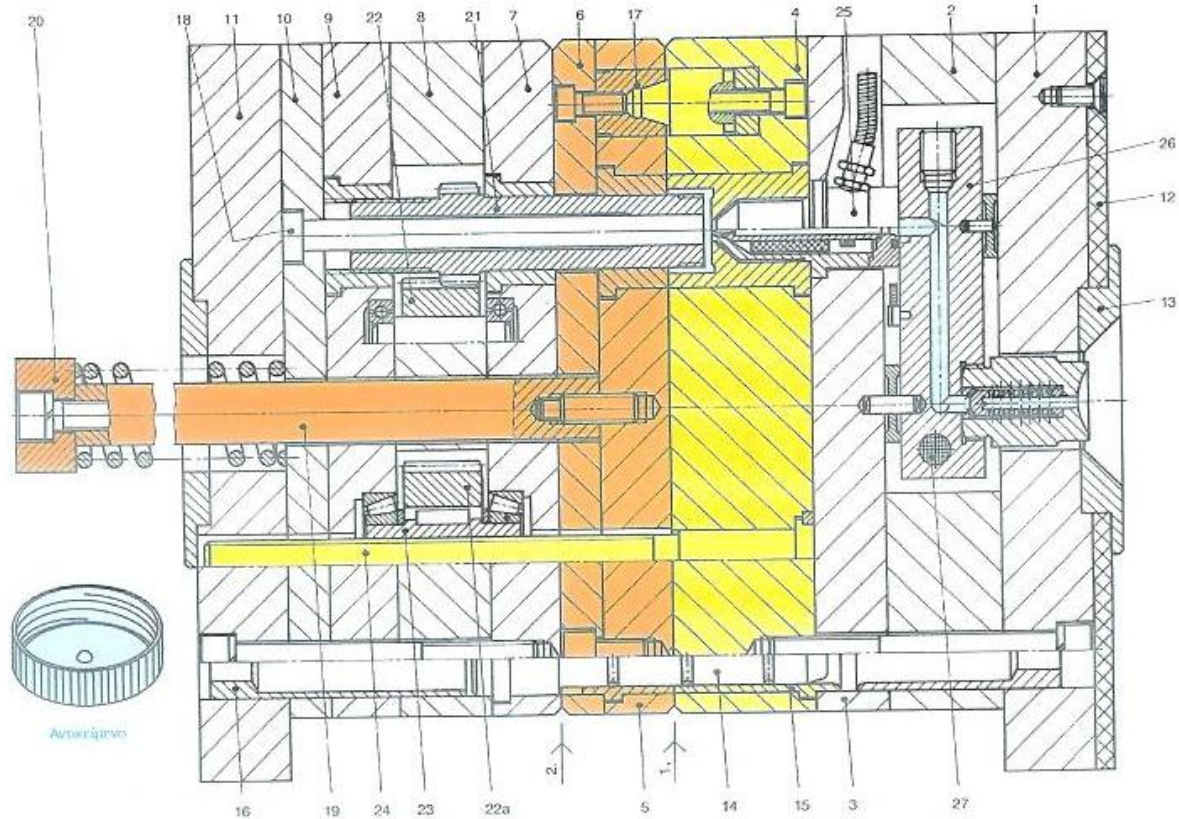
Πέρα από αυτά, ο κατασκευαστής εργαλείων μπορεί να χρησιμοποιήσει και τυποποιημένα παρελκόμενα, π.χ. εξολκείς, πύρους καρδιών, θερμοκρασιακά συστήματα, συστήματα στερεώσεως εργαλείων, ακροφύσια υψηλής αποδόσεως κλπ. (σχ. 2.60).

Με τη χρησιμοποίηση τυποποιημένων στοιχείων κατασκευής καλουπιών μπορεί ο τεχνίτης να συγκεντρωθεί στην ειδική εργασία κατασκευής του εργαλείου και να απασχοληθεί έτσι κατά οικονομικό τρόπο.



Σχήμα 2.60: Καλούπι εγχύσεως με τυποποιημένα παρελκόμενα

2.3 Εργαλείο εγχύσεως πλαστικών



Σχήμα 2.61: Μηχανολογικό σχέδιο εργαλείου εγχύσεως

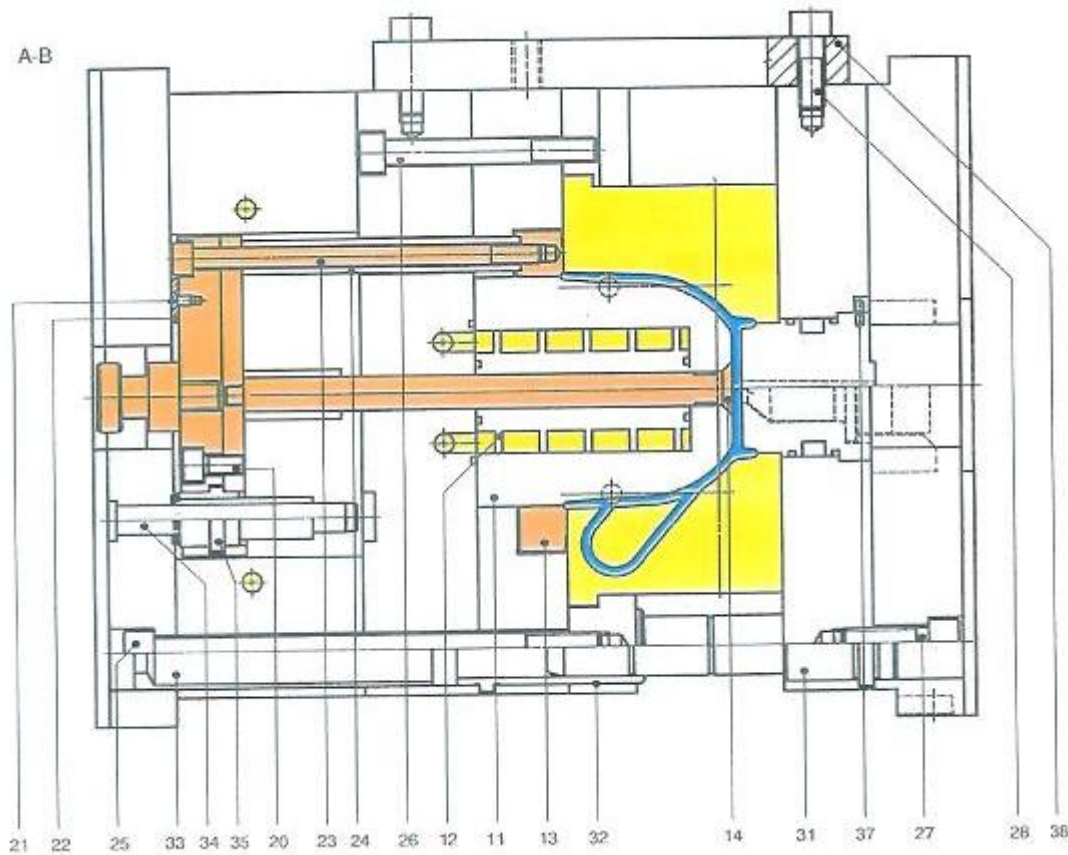
Με το διπλό εργαλείο εγχύσεως πλαστικών κατασκευάζονται πώματα με σπείρωμα. Κατά την κίνηση ανοίγματος του καλουπιού στρέφονται υποχρεωτικά οι πυρήνες (21) των σπειρωμάτων μέσω οδοντοτροχών (22 και 22α) και από την άτρακτο με σπείρωμα κινήσεως (24). Έτσι απομακρύνεται η καρδιά από το εσωτερικό σπείρωμα του τεμαχίου. Οι πυρήνες (21) – καρδιές υποχωρούν, διότι στο άλλο άκρο τους έχουν το σπείρωμα – οδηγό.

Στην τελική φάση της κινήσεως ανοίγματος του καλουπιού προωθείται η πλάκα (5) των εξολκέν μέσω του πύρου (19) εξωθήσεως και ωθεί έτσι τα αντικείμενα που πιθανόν να έχουν μείνει επάνω στους πυρήνες (21) ή στους κεντρικούς πύρους (18).

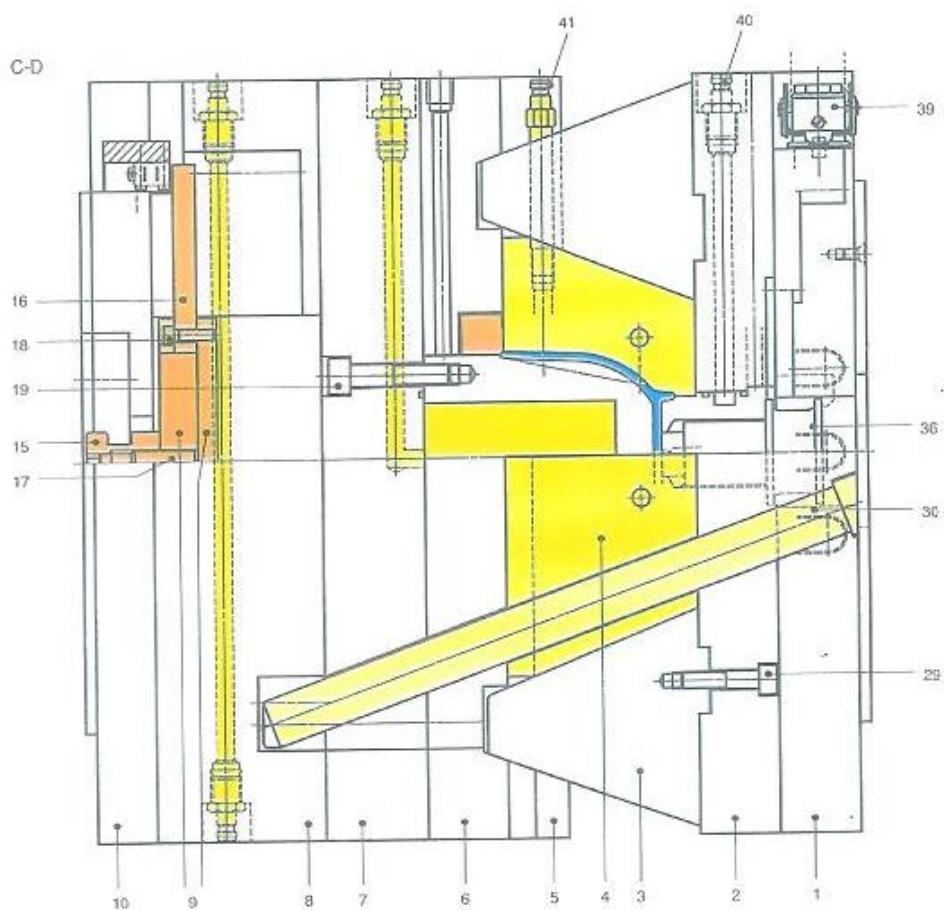
Κατά το κλείσιμο του καλουπιού, η πλάκα (5) των εξολκέν επαναφέρεται στην τερματική της θέση με τα ελατήρια θλίψεως. Ταυτόχρονα η άτρακτος (24) στρέφει τους πυρήνες (21) στην αρχική τους θέση. Οι πλάκες των εξολκέν και του καλουπιού σταθεροποιούνται από τα στοιχεία κεντρώσεως (17), ενώ το καλούπι είναι κλειστό.

Πίνακας 2.8: Λίστα αντικειμένων του εργαλείου			
α/α	Ποσοτ.	Ονομασία	Υλικό
1	1	Πλάκα προσδέσεως	C 45 W 3
2	1	Πλάκα πλαισίου	C 45 W 3
3	1	Ενδιάμεση πλάκα	C 45 W 3
4	1	Πλάκα καλουπιού	40 CrMnMoS 86
5	1	Πλάκα εξολκέν	40 CrMnMoS 86
6	1	Πλάκα βάσεως εξολκέν	40 CrMnMoS 86
7	1	Ενδιάμεση πλάκα	C 45 W 3
8	1	Πλάκα πλαισίου	C 45 W 3
9	1	Ενδιάμεση πλάκα	C 45 W 3
10	1	Ενδιάμεση πλάκα	C 45 W 3
11	1	Πλάκα προσδέσεως	C 45 W 3
12	1	Θερμομονωτική πλάκα	Kunstharz
13	1	Φλάντζα κεντρώσεως	C 45 W 3
14	4	Πίρος – οδηγός	21 MnCr 5
15	8	Δακτύλιος οδηγήσεως	21 MnCr 5
16	8	Κάλυκας κεντρώσεως	21 MnCr 5
17	4	Στοιχείο κεντρώσεως	21 MnCr 5
18	2	Κεντρικός πυρήνας	40 CrMnMoS 86
19	1	Πίρος εξωθήσεως	C 15
20	1	Δίσκος συγκρατήσεως	C 45 W 3
21	2	Σπειροτομημένος πυρήνας	X 45 NiCrMo 4
22	1	Οδοντοτροχός	2 C 45
23	1	Περικόχλιο μεγάλου βήματος	45 S 20
24	1	Άτρακτος κινήσεως μεγάλου βήματος	45 S 20
25	2	Ακροφύσιο	FeCunI
26	1	Δίαυλος διανομής	40 CrNiTi 1810
27	4	Θερμαντικό στοιχείο	X 6 CRNiTi 1810

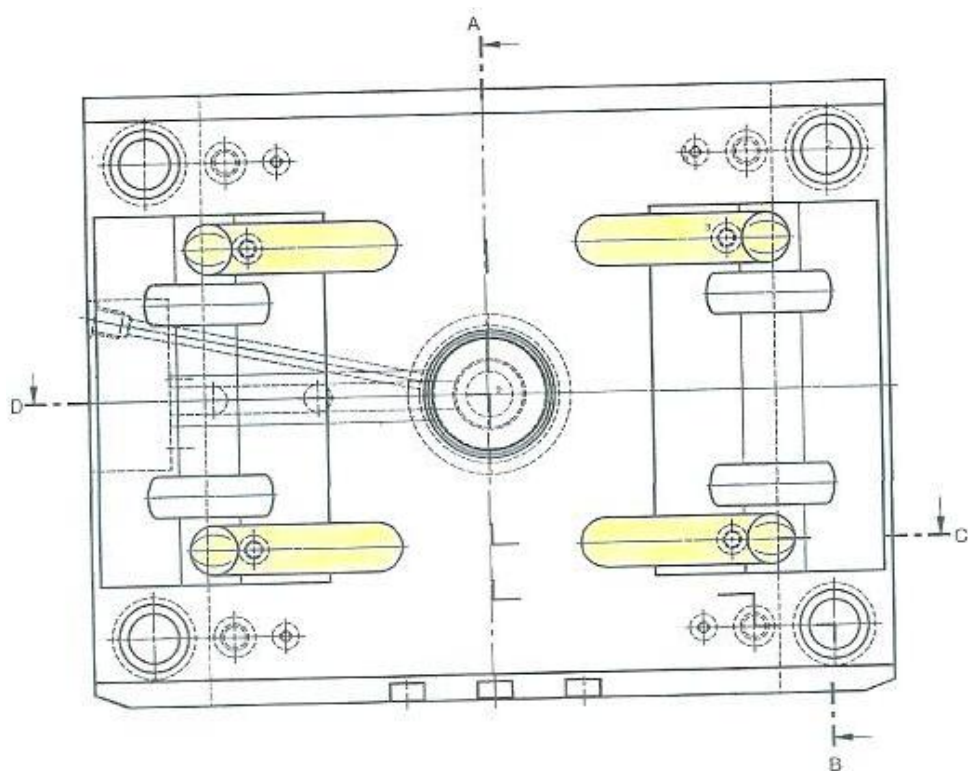
2.4 Εργαλείο εγχύσεως πλαστικών (εργαλείο με σιαγόνες) – Σχεδίαση CAD



Σχήμα 2.62: Μηχανολογικό σχέδιο εργαλείου με σιαγόνες, πρόοψη σε τομή



Σχήμα 2.63: Μηχανολογικό σχέδιο εργαλείου με σιαγόνες, αριστερή πλάγια όψη σε τομή



Σχήμα 2.64: Μηχανολογικό σχέδιο εργαλείου με σιαγόνες, κάτοψη σε τομή

Πίνακας 2.9: Λίστα αντικειμένων του εργαλείου με σιαγόνες			
α/α	Ποσot.	Ονομασία	Τύποι/Υλικό
1	1	Πλάκα προσδέσεως, σταθερή πλευρά	2 C 45
2	1	Πλάκα εργαλείου	MoS 86 40CrMn
3	2	Σφήνα κλεισίματος	
4	2	Σιαγόνες καλουπιού	
5	2	Τεμάχιο οδηγήσεως	X 45NiCr Mo 4
6	1	Πλάκα κεντρώσεως καρδιάς	40 CrMn MoS 8+
7	1	Πλάκα συγκρατήσεως καρδιάς	2 C 45
8	2	Τεμάχια αποστάσεως	2 C 45
9	1	Πακέτο εξολκέων	2 C 45
10	1	Πλάκα προσδέσεως, κινητή πλευρά	2 C 45
11	1	Καρδιά καλουπιού	
12	1	Ένθετο σύστημα ψύξεως	
13	1	Δακτύλιος εξωθήσεως	X 45 NicR Mo 4
14	1	Κεντρικός εξολκέας/ έμβολο εξαερισμού	
15	1	Τεμάχιο εμπλοκής εξολκέα	
16	1	Επιτήρηση θέσεων εργαλείου	
17	1	Αμφικοχλίας	DIN 913
18	1	Κοχλίας κυλινδρικής κεφαλής	DIN 912
19	2	Κοχλίας κυλινδρικής κεφαλής	DIN 912
20	3	Κοχλίας κυλινδρικής κεφαλής	DIN 912
21	3	Φρεζάτος κοχλίας	DIN 7991
22	3	Παράκυκλος	
23	3	Κοχλίας κυλινδρικής κεφαλής	
24	3	Περίβλημα	
25	4	Κοχλίας κυλινδρικής κεφαλής	DIN 912
26	2	Κοχλίας κυλινδρικής κεφαλής	DIN 912
27	4	Κοχλίας κυλινδρικής κεφαλής	DIN 912
28	2	Κοχλίας κυλινδρικής κεφαλής	DIN 912
29	4	Κοχλίας κυλινδρικής κεφαλής	DIN 912
30	4	Λοξός πύρος	
31	4	Πύρος οδηγήσεως	
32	4	Δακτύλιος οδηγήσεως	
33	4	Δακτύλιος κεντρώσεως	
34	3	Πύρος οδηγήσεως	
35	3	Δακτύλιος κεντρώσεως και οδηγήσεως	
36	1	Ακροφύσιο	
37	1	Κυλινδρικός πύρος	ISO 8734
38	1	Γέφυρα εργαλείου	
39	1	Κέλυφος συνδέσεως	
40	8	Ακροδέκτης	
41	4	Ακροδέκτης	

Το εργαλείο εγχύσεως απαρτίζεται από 2 σιαγόνες οι οποίες διαμορφώνουν το εξωτερικό περίγραμμα του αντικειμένου. Ο πυθμένας του διαμορφώνεται από την πλευρά της μπουκαδούρας. Η εσωτερική επιφάνεια καθορίζεται από την καρδιά (11). Κάθε σιαγόνα οδηγείται από 2 λοξούς πύλους (30) και στην κλειστή κατάσταση ασφαρίζεται μέσω μιας σφήνας (3), η οποία είναι στερεωμένη με κοχλίες κυλινδρικής κεφαλής (29). Το εργαλείο είναι κατασκευασμένο με κυρίως τυποποιημένα εξαρτήματα. Η μπουκαδούρα είναι σημειακού τύπου.

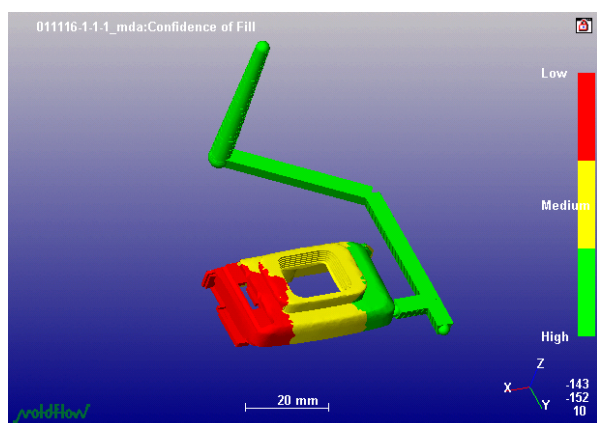
Κατά το άνοιγμα απομακρύνονται οι σιαγόνες μεταξύ τους μέσω των λοξών πύλων και έτσι απελευθερώνεται η εξωτερική επιφάνεια του αντικειμένου με τη λαβή. Η πλάκα στερεώσεως (7) της καρδιάς και οι σιαγόνες έχουν συνδέσεις για το θερμαντικό σύστημα. Μέσα στην καρδιά υπάρχει ένα σύστημα ψύξεως (12) με αυλάκια οδηγήσεως.

2.5 Εισαγωγή στο Plastic Advisor

Το Plastic Advisor είναι μια εφαρμογή που βοηθά τον χρήστη να προσδιορίσει κατά πόσο το σχέδιο ενός πλαστικού κομματιού είναι κατασκευάσιμο. Πιο συγκεκριμένα, επιτρέπει τη δημιουργία ενός προτύπου του πλαστικού κομματιού προς κατασκευή, μέσω ενός προγράμματος CAD. Στη συνέχεια, εξηγείτε λεπτομερώς πως γίνεται μια ανάλυση μέσω του Plastic Advisor.

Αρχικά, πρέπει να εισαχθούν κάποιες πληροφορίες, συμπεριλαμβανομένου του τύπου του πολυμερούς και της θέσης εγχύσεων. Άλλοι παράμετροι, όπως η θερμοκρασία του υλικού και η πίεση επιλέγονται αυτόματα σύμφωνα με τις ιδιότητες του υλικού, ο χρήστης όμως έχει την δυνατότητα εάν το επιθυμεί ν' αλλάξει από μόνος του αυτές τις παραμέτρους.

Αφότου έχει τελειώσει η ανάλυση, μπορεί να εξετασθεί η εμπιστοσύνη της πλήρωσης (Confidence of Fill), η οποία προέρχεται από το χρόνο πλήρωσης (Fill Time), την πίεση εγχύσεων (Injection Pressure), την πτώση πίεσης (Pressure Drop) και την κατανομή της θερμοκρασιακής ροής (Flow Front Temperature).



Η πράσινη περιοχή υποδηλώνει μια υψηλή εκτίμηση εμπιστοσύνης, η κίτρινη μια μέση εκτίμηση εμπιστοσύνης, ενώ η κόκκινη παρουσιάζει χαμηλή εκτίμηση εμπιστοσύνης. Υπάρχει, όμως η δυνατότητα βελτίωσης ενός μέσου ή χαμηλού αποτελέσματος μέσω της βοήθειας του Advisor. Εάν η εμπιστοσύνη του αποτελέσματος πλήρωσης δείχνει προβλήματα στην έγχυση, εξετάζοντας τα άλλα αποτελέσματα μπορεί να εντοπιστεί ο λόγος για τη χαμηλή ή μέση εμπιστοσύνη της πλήρωσης.

Σχήμα 2.65: Εμπιστοσύνη της πλήρωσης

Εάν η εμπιστοσύνη του αποτελέσματος πλήρωσης παρουσιάζει οποιοδήποτε πρόβλημα σχηματοποίησης, εξετάζοντας τα αποτελέσματα πίεσης και θερμοκρασίας μπορεί να προσδιοριστεί από που προέρχεται το πρόβλημα. Μετά από την εξέταση της εμπιστοσύνης της πλήρωσης, πρέπει να μελετηθούν οι παγίδες αέρα καθώς και οι γραμμές σύνδεσης για να βρεθούν άλλα πιθανά προβλήματα σχηματοποίησης.

Έπειτα ο χρήστης μπορεί να αναθεωρήσει τις παραμέτρους εισαγωγής και να προσπαθήσει να επιλύσει οποιαδήποτε προβλήματα. Οι περιοχές στο μέρος που παρουσιάζουν χαμηλή ή μέση εμπιστοσύνη της πλήρωσης πιθανό να χρειαστεί να ξανασχεδιαστούν ή ένα νέο υλικό να επιλεγεί για το κομμάτι προς σχηματοποίηση.

Κατά την προβολή των παγίδων αέρα και γραμμών συγκόλλησης, θα ήταν χρήσιμη η παρακολούθηση της προσομοίωσης πλήρωσης για την επιβεβαίωση της ύπαρξης αυτών των χαρακτηριστικών στοιχείων. Για παράδειγμα, εάν μια γραμμή συγκόλλησης παρουσιάζεται εκεί όπου τα μέτωπα ροής δεν συναντιούνται τότε η γραμμή συγκόλλησης πρέπει να μη ληφθεί υπόψη. Γενικά, η προτεινόμενη προσέγγιση είναι η εξέταση όλων των

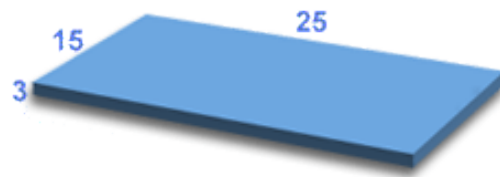
αποτελεσμάτων και ο έλεγχος για τη ρεαλιστική απεικόνισής τους πριν από οποιαδήποτε αλλαγή στο μοντέλο.

Εάν το πρότυπο χρειάζεται λεπτομερέστερη ανάλυση, μπορεί να σωθεί ως αρχείο .mfl , το οποίο μπορεί να αναλυθεί από τα προϊόντα του προγράμματος Moldflow Plastics Insight όπως το MPI/FLOW, MPI/OPTIM ή MPI/COOL. Αυτές οι αναλύσεις παρέχουν περισσότερες λεπτομερείς πληροφορίες για το πώς το κομμάτι γεμίζει. Εάν ο χρήστης θέλει να διατηρήσει τη θέση εγχύσεων που επέλεξε στο Plastic Advisor, μπορεί να τη σώσει ως αρχείο .bf3, το οποίο μπορεί επίσης να διαβαστεί από το Moldflow Plastics Insight.

Ο σύμβουλος Plastic Advisor είναι αποτελεσματικότερος όταν η γεωμετρία του μοντέλου αποτελείται κατά μέσο όρο από επίπεδες επιφάνειες. Κατά γενικό κανόνα, ο χρήστης καλό είναι να αποφεύγει τα μοντέλα που αποτελούνται από στερεούς κώνους, στερεούς κυλίνδρους, κλπ. Παρόλα αυτά, δεν υπάρχει καμία ανάγκη να τροποποιηθεί ένα μοντέλο που περιέχει μερικά τέτοια χαρακτηριστικά γνωρίσματα, εφ' όσον δεν αποτελούν την πλειονότητα του μοντέλου. Για τον ανωτέρω λόγο, δεν πρέπει ο χρήστης να διαμορφώσει τα συστήματα-κώδικες επεξεργασίας του προγράμματος μέσω κάποιας γλώσσας προγραμματισμού.

Το λογισμικό μιμείται την ροή πλαστικού του μοντέλου (που αντιπροσωπεύει την κοιλότητα του χυτού αντικειμένου) και υπολογίζει τις διαφορές παραμέτρους σε όλο το μοντέλο. Οι αλγόριθμοι που χρησιμοποιούνται είναι ακριβείς και αποτελεσματικοί μόνο εάν οι τοίχοι είναι λεπτοί. Ο ακριβής καθορισμός του πάχους εξαρτάται από το μέγεθος και τη μορφή του μοντέλου. Ο ακόλουθος γενικός κανόνας δίνει ικανοποιητικά αποτελέσματα:

1. Εξετάστε το μέσο όρο του μήκους και του πλάτους μιας τοπικής περιοχής. Στο διάγραμμα δεξιά, μέσος όρος του 15 και του 25 είναι το 20.



Σχήμα 2.66: Αποδεκτή Γεωμετρική αναλογία

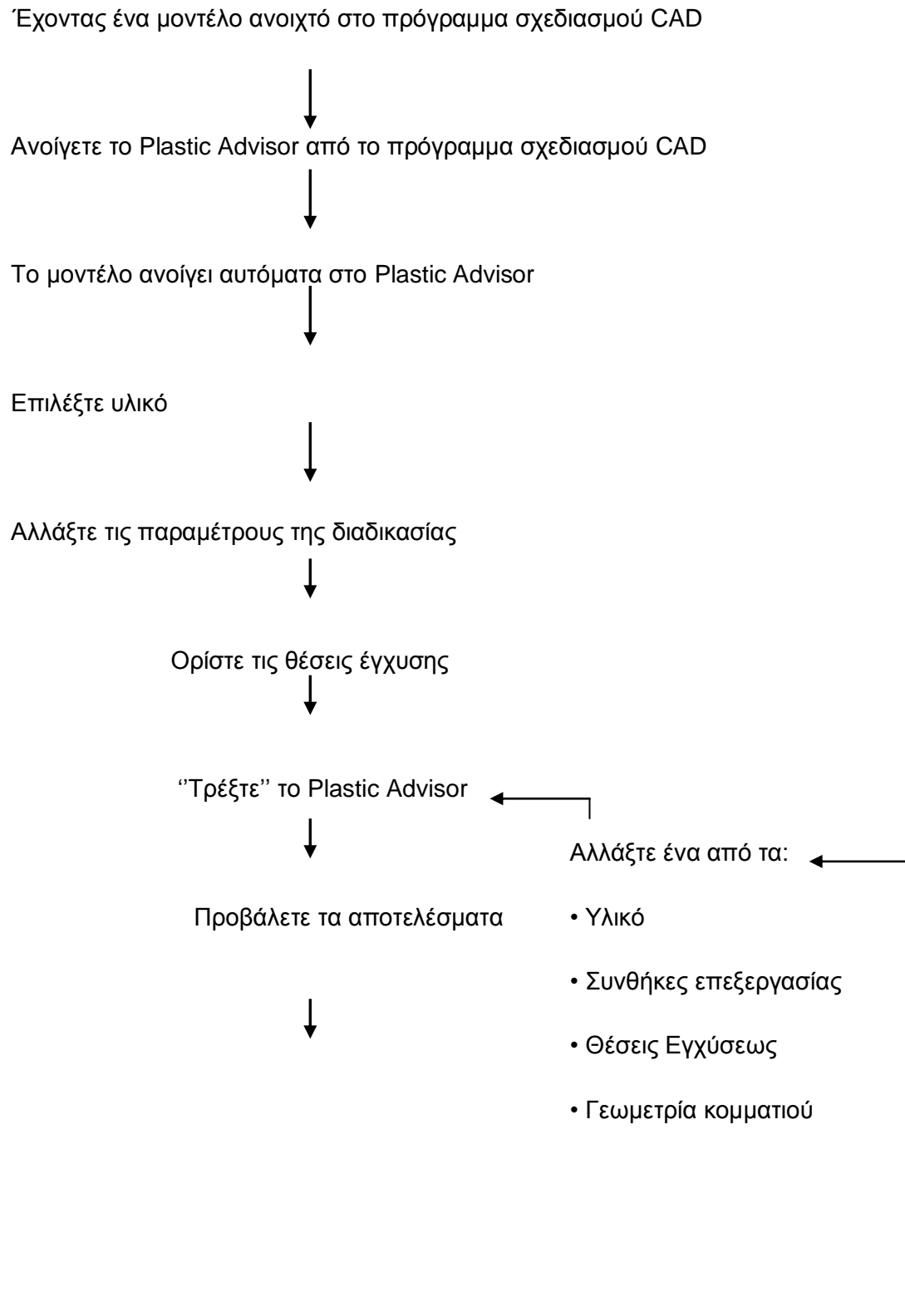
2. Εξασφαλίστε ότι το πάχος είναι λιγότερο από το ένα τέταρτο αυτού του μέσου όρου. Στο διάγραμμα δεξιά, το 3 είναι λιγότερο από το ένα τέταρτο του 20, έτσι το μοντέλο είναι αποδεκτό.

Για τα πραγματικά μέρη, είναι χρονοβόρα η εφαρμογή του πιο πάνω κανόνα σε κάθε τοίχωμα. Εντούτοις, είναι δυνατή η εξέταση ολόκληρου του μοντέλου και να αποφασιστεί ή όχι εάν είναι κατάλληλο να επεξεργαστεί μέσω του συμβούλου. Παραδείγματος χάριν, στο ακόλουθο διάγραμμα είναι προφανές ότι το μοντέλο στα αριστερά έχει αποδεκτά πάχη τοιχωμάτων σε αντίθεση με το μοντέλο στα δεξιά.



Σχήμα 2.67: Γεωμετρική αναλογία αποδεκτού και μη αποδεκτού μοντέλου

Το παρακάτω σχεδιάγραμμα παρουσιάζει τη συνήθη σειρά με την οποία θα πρέπει να πραγματοποιείτε μια ανάλυση στο Plastic Advisor.



Χρησιμοποιήστε τις επιμέρους αναλύσεις του
Plastic Advisor για να αποφασίσετε αν το μοντέλο
είναι ικανοποιητικό



Χρειάζεται το μοντέλο περαιτέρω ανάλυση;

Όχι



Σώστε το μοντέλο;

Ναι



Μπορεί αυτή να γίνει με
το Plastic Advisor ;

Όχι

Ναι




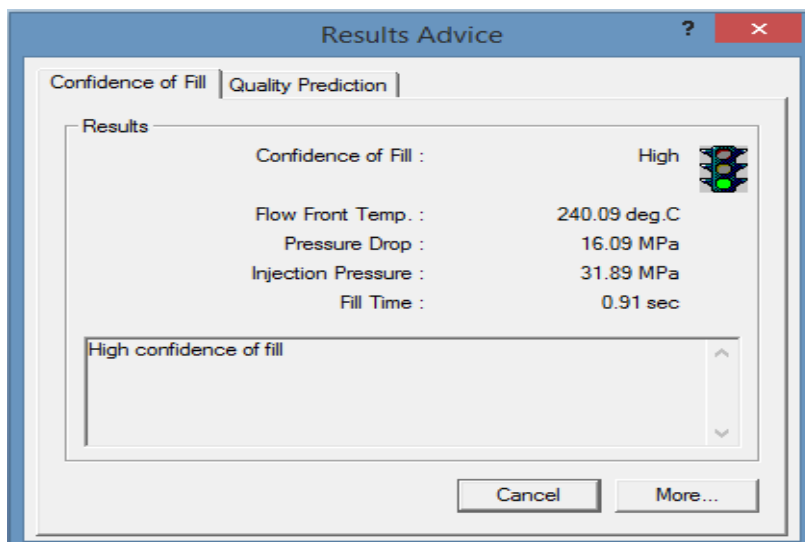
Σώστε το μοντέλο ως αρχείο .mfl



Εισαγάγετε το σ' ένα από τα προϊόντα ανάλυσης του Moldflow Dynamic Series

Ακολούθως θα επεξηγηθεί το πως μπορεί κάποιος να χρησιμοποιήσει τις ενότητες «βοήθειας» του Plastic Advisor για την καλύτερη κατανόηση και ερμηνεία των αποτελεσμάτων της ανάλυσης, πέρα από τις διαθέσιμες πληροφορίες που μπορεί να βρει εύκολα κανείς στο διαδίκτυο.

Πατώντας το εικονίδιο  του Advisor και κάνοντας δεξί κλικ πάνω στο αντικείμενο ή σε μια χαρακτηριστική περιοχή του (όπως μια γραμμή σύνδεσης ή η θέση εγχύσεως) εμφανίζονται λεπτομέρειες στο ειδικό παράθυρο. Για περισσότερες λεπτομέρειες και συμβουλές, ο χρήστης μπορεί να πατήσει στο κουμπί More.



Σχήμα 2.68: Παράθυρο Αποτελεσμάτων της Ανάλυσης

Το παράθυρο σύνοψης του αποτελέσματος εμφανίζεται αυτόματα στο τέλος της ανάλυσης ή μέσω της επιλογής Results→Summary...

Πατώντας More εμφανίζεται η καταλληλότερη σελίδα της βοήθειας σε σχέση με το αποτέλεσμα της ανάλυσης. Για την εμφάνιση άλλων θεμάτων στη βοήθεια ο χρήστης μπορεί να πατήσει Browse.

Τα εισαγωγικά βοηθήματα είναι αυτορυθμιζόμενα έτσι ώστε να μπορεί ο χρήστης να τα αφήσει ανοιχτά και να επιστρέψει σε αυτά όποτε θελήσει. Κάθε εισαγωγική βοήθεια έχει να κάνει με ένα σύνολο ομοειδών καταστάσεων και επεξηγεί τα βήματα που χρειάζονται για την ολοκλήρωση και την κατανόηση μιας ανάλυσης. Η πρόσβαση σε αυτά γίνεται μέσω της καρτέλας Contents του Help ή μέσω του Help→Tutorials, του κυρίως μενού.

Τα περισσότερα από τα κουμπιά αλληλεπίδρασης έχουν ένα κουμπί Help. Πατώντας πάνω σε αυτό, εμφανίζεται ένα θέμα στη βοήθεια με πληροφορίες για το συγκεκριμένο παράθυρο αλληλεπίδρασης.

Η εντολή «What's This?» περιγράφει τη λειτουργία των περισσότερων κουμπιών, μενού επιλογών, πεδίων και άλλων αντικειμένων του προγράμματος. Με την ενεργοποίηση του εμφανίζεται ένα σύννεφο που περιέχει μίαν επεξήγηση του αντικείμενου, το οποίο μπορεί να προσπελαστεί με τρεις διαφορετικούς τρόπους.



Από την κύρια εργαλειοθήκη του Advisor πατώντας το «What's This?» και μετά κάνοντας κλικ στο αντικείμενο για το οποίο χρειαζόμαστε πληροφορίες.



Στα υπόλοιπα παράθυρα πατώντας το ερωτηματικό στην κορυφή τους και μετά κάνοντας κλικ στο αντικείμενο για το οποίο χρειαζόμαστε πληροφορίες.



Τοποθετώντας το βέλος κύλισης πάνω από το αντικείμενο ή την περιοχή οποιουδήποτε παραθύρου και πατώντας το πλήκτρο F1.

3. ΣΧΕΔΙΑΣΤΙΚΕΣ ΛΥΣΕΙΣ ΚΑΙ ΣΥΜΒΟΥΛΕΣ

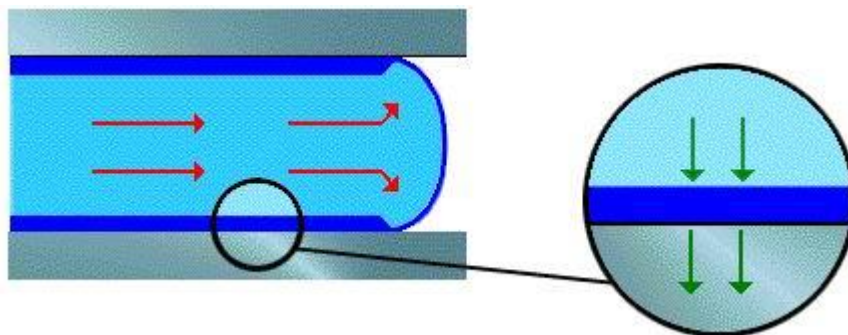
3.1 Σχεδιάζοντας Θερμοπρεσαριστά Πλαστικά

Η θερμοπρεσαριστή χύτευση μπορεί να διαχωριστεί σε τρεις φάσεις:

- Γέμισμα του καλουπιού
- Πίεση του υλικού
- Φάση Αντιστάθμισης

Κατά τη διάρκεια της φάσης γεμίσματος του καλουπιού, το πλαστικό ωθείται στην κοιλότητα έως ότου τη γεμίσει πλήρως. Κατά το σχεδιασμό ενός αντικειμένου που γίνεται με τη διαδικασία σχηματοποίησης με έγχυση, η σημαντικότερη προς κατανόηση φάση, είναι αυτή του γεμίσματος. Καθώς το πλαστικό ρέει στην κοιλότητα, η επιφάνειά του που είναι σε επαφή με το τοίχωμα παγώνει γρήγορα. Αυτό δημιουργεί ένα παγωμένο στρώμα πλαστικού μεταξύ του καλουπιού και του λιωμένου πλαστικού.

Το ακόλουθο διάγραμμα, αναπαριστά πως το μέτωπο ροής επεκτείνεται καθώς το υλικό από πίσω ωθείται προς τα εμπρός. Οι άκρες του μετώπου ροής έρχονται σε επαφή με το καλούπι και την ψυχρή του επιφάνεια. Τα μόρια στο παγωμένο στρώμα δεν είναι επομένως ιδιαίτερα προσανατολισμένα, και μόλις παγώσει εντελώς, ο προσανατολισμός δεν θα αλλάξει.



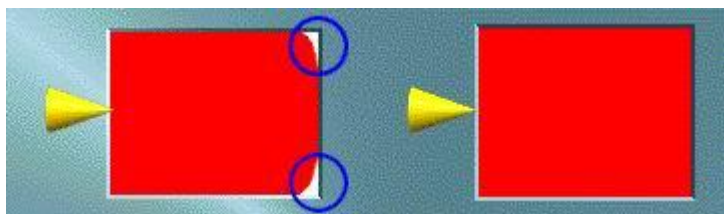
Σχήμα 3.1: Κίνηση μετώπου ροής

Τα κόκκινα βέλη παρουσιάζουν την κατεύθυνση ροής του λιωμένου πλαστικού. Τα σκούρα μπλε στρώματα έναντι των τοιχωμάτων παρουσιάζουν τα στρώματα του παγωμένου πλαστικού. Τα πράσινα βέλη δείχνουν την κατεύθυνση της ροής θερμότητας από το λιωμένο πολυμερές στα τοιχώματα, το παγωμένο στρώμα κερδίζει θερμότητα όσο περισσότερο λιωμένο πλαστικό ρέει μέσα στην κοιλότητα και απάγει θερμότητα στο καλούπι. Όταν το παγωμένο στρώμα φθάσει σ' ένα ορισμένο πάχος, επιτυγχάνεται η ισορροπία. Αυτό συμβαίνει, φυσιολογικά, στην αρχή της διαδικασίας σχηματοποίησης με έγχυση, μετά από μερικά δέκατα του δευτερολέπτου.

Η φάση της πίεσης αρχίζει αφού γεμίσει το καλούπι. Αν και σε αυτό το στάδιο θα έπρεπε να έχουν γεμίσει όλες οι κοιλότητες του καλουπιού, ενδέχεται οι άκρες και οι γωνίες της

κοιλότητας να μην περιέχουν πλαστικό. Για να συμπληρωθούν εντελώς τα κενά και η γεωμετρία, πρόσθετο πλαστικό ωθείται στην κοιλότητα κατά τη διάρκεια της φάσης πίεσης.

Το ακόλουθο διάγραμμα παρουσιάζει τη διαφορά μεταξύ του τέλους της φάσης γεμίσματος (αριστερή εικόνα) και του τέλους της φάσης πίεσης (δεξιά εικόνα). Η θέση έγχυσης του πλαστικού υποδεικνύεται από τον κίτρινο κώνο ενώ το πλαστικό καλούπτι από το κόκκινο. Παρατηρήστε τις ασυμπλήρωτες γωνίες (μπλε κύκλοι) που υπάρχουν στο τέλος της φάσης γεμίσματος.



Σχήμα 3.2: Διαφορά μεταξύ του τέλους φάσης γεμίσματος και φάσης πίεσης

Μερικές φορές η εμπιστοσύνη του αποτελέσματος πλήρωσης δεν προβλέπει ένα short shot, αλλά ακόμη, μπορεί να δηλώνει ότι ένα αντικείμενο καλής ποιότητας δεν μπορεί να φορμαριστεί. Αυτό συμβαίνει διότι οι συνθήκες στο τέλος της φάσης του γεμίσματος δεν είναι οι κατάλληλες, για την ικανοποιητική συμπίεση του αντικειμένου κατά τη διάρκεια της δεύτερης φάσης.

Τα πλαστικά έχουν μια υψηλή ογκομετρική συστολή, περίπου 25% από τη μέση θερμοκρασία λιωμένου πλαστικού στο στερεό. Επομένως περισσότερο υλικό πρέπει να εγχυθεί στην κοιλότητα για να αντισταθμίσει τη συρρίκνωση του πλαστικού καθώς ψύχεται. Αυτή είναι η φάση αντιστάθμισης.

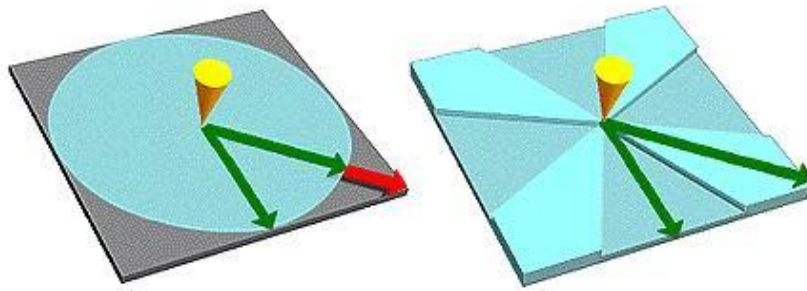
Ένας οδηγός ροής είναι μια αύξηση στο πάχος κατά μήκος μιας κατεύθυνσης ροής για να αυξηθεί το ποσοστό ροής κατά μήκος εκείνης της κατεύθυνσης.

Ένας εκτροπέας ροής είναι μια μείωση στο πάχος κατά μήκος μιας κατεύθυνσης ροής για να μειωθεί το ποσοστό ροής κατά μήκος εκείνης της κατεύθυνσης.

Οι Οδηγοί και εκτροπείς ροής μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να εξασφαλίσουν ότι όλες οι τροχιές της ροής μέσα στην κοιλότητα γεμίζουν συγχρόνως (ισορροπημένες τροχιές ροής). Συχνά η καταλληλότερη θέση έγχυσης του πολυμερούς δεν καθορίζει ίσες τροχιές ροής, ενώ και η χρήση πολλαπλάσιων θέσεων έγχυσης πολυμερούς δημιουργεί τις ανεπιθύμητες γραμμές συγκόλλησης.

Επομένως, η αλλαγή πάχους μέσα στις προδιαγραφές του σχεδίου μπορεί να αποτελεί το καταλληλότερο τρόπο για να ισορροπηθούν οι τροχιές ροής.

Ένα απλό παράδειγμα για να καταδειχθεί η ροή είναι ένα τετραγωνικό πιάτο ομοιόμορφου πάχους με μια θέση έγχυσης πολυμερούς που βρίσκεται στο κέντρο. Το αριστερό μέρος δείχνει ότι ένα τέτοιο κομμάτι θα είχε ακτινωτή ροή. Το πρόβλημα με αυτό το σχέδιο ροής είναι ότι παράγει ένα πολλαπλών κατευθύνσεων μοριακό προσανατολισμό. Από δομική άποψη αυτό ευθύνεται για την κακή ποιότητα των αντικειμένων. Στο δεξί αντικείμενο το πάχος του πιάτου έχει αυξηθεί από το κέντρο στις γωνίες του κομματιού, μειώνοντας την αντίσταση ροής σε αυτές τις κατευθύνσεις.



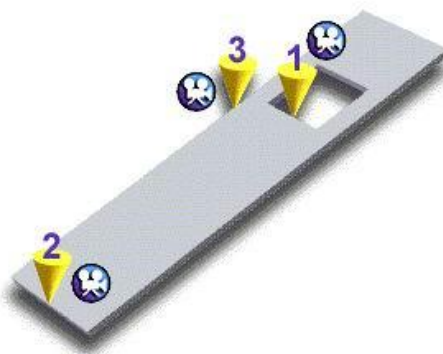
Σχήμα 3.3: Τετραγωνικό πιάτο ομοιόμορφου πάχους – θέση εγχύσεως στο κέντρο

Η προβολή επιδεικνύει πως η αλλαγή του πάχους σε ένα μέρος του αντικειμένου μπορεί να δημιουργήσει ένα ισορροπημένο καλούπι από την άποψη της ροής. Οι οδηγοί, εκτροπείς ροής θα συμβάλουν στην επίτευξη ενός χρόνου πλήρωσης που πλησιάζει αυτόν σε συνθήκες ισορροπημένων ροών. Αν το αποτέλεσμα δεν μας ικανοποιεί, επιπλέον επεξεργασία θα μπορούσε να γίνει για τη βελτίωση της ροής του πλαστικού.

Προτιμάτε η χρήση εκτροπών ροής αντί των οδηγών ροής γιατί έτσι μειώνεται το τελικό βάρος του αντικειμένου.

Η θέση έγχυσης του πολυμερούς είναι η τοποθεσία από όπου το πολυμερές εγχέεται στην κοιλότητα του καλούπιού. Από κάθε θέση έγχυσης πολυμερούς θα εγχυθεί πλαστικό με την ίδια πίεση. Η πίεση του εγχέομένου πλαστικού αυξάνετε εκθετικά κατά τη διάρκεια της διαδικασίας.

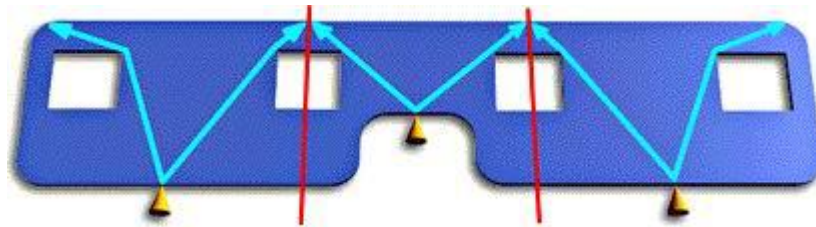
Ένας από τους στόχους, κατά τη διάρκεια επιλογής των θέσεων εγχύσεων, είναι η εξασφάλιση μιας ισορροπημένης διαδρομής ροής (όλες οι κοιλότητες ροής στο καλούπι να γεμίζουν ταυτόχρονα). Έτσι αποτρέπεται η υπερπλήρωση με πλαστικό στις διαδρομές ροής που γεμίζουν πρώτες. Οι τρεις πιθανές θέσεις εγχύσεως στο ακόλουθο παράδειγμα δείχνουν πως η θέση εγχύσεως του πολυμερούς μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να βοηθήσει στην εξισορρόπηση των ροών.



Σχήμα 3.4: Θέση εγχύσεως πολυμερούς βοηθά στην εξισορρόπηση των ροών

Η αλλαγή της θέσης εγχύσεως μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για να αλλάξει τη θέση των γραμμών συγκόλλησης και των παγίδων αέρα και να περιορίσει την επιβράδυνση της ροής ή άλλα προβλήματα σχηματοποίησης. Στο πιο πάνω παράδειγμα, οι θέσεις εγχύσεων 1 και 2 δημιουργούν μια γραμμή συγκόλλησης στα δεξιά του αντικειμένου, ενώ η θέση εγχύσεως 3 δημιουργεί μια γραμμή συγκόλλησης στο κατώτατο δεξιά τμήμα του αντικειμένου.

Σε μερικές περιπτώσεις μπορεί να είναι καλύτερη η ύπαρξη περισσότερων από μία θέσεων εγχύσεων πολυμερούς. Εάν έχετε να κάνετε με ένα τέτοιο αντικείμενο χωρίστε το νοητά σε επιμέρους τμήματα, κάθε ένα με μία θέση εγχύσεως πολυμερούς (δηλ. φανταστείτε ότι η κοιλότητα του καλούπιού αποτελείται από περισσότερα από ένα τμήματα, μεταχειριστείτε κάθε τμήμα χωριστά όπως φαίνεται στο παράδειγμα). Κάθε διαδρομή ροής, σε κάθε επιμέρους τμήμα πρέπει να γεμίζει ταυτόχρονα.

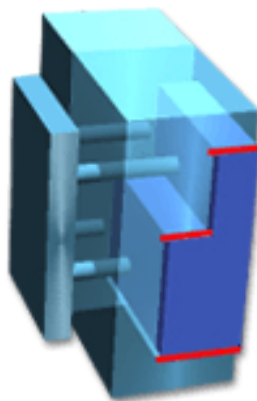


Σχήμα 3.5: Πολυμερές χωρισμένο σε τρία νοητά επιμέρους τμήματα με ισάξιες θέσεις εγχύσεως

Κατά γενικό κανόνα, τοποθετούμε τις θέσεις εγχύσεων πολυμερούς στις παχύτερες περιοχές του αντικειμένου.

Άλλες μέθοδοι που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να βοηθήσουν στην εξισορρόπηση των διαδρομών ροής, είναι η χρησιμοποίηση οδηγών ροής ή εκτροπών ροής.

Για την εξασφάλιση ότι το πλαστικό αντικείμενο μπορεί να εξαχθεί από το καλούπι μόλις ψυχθεί αρκετά, κάποιες επιφάνειες του καλούπιού πρέπει να υποστούν μίαν επεξεργασία. Κατά τη διάρκεια της οποίας, οι διάμετροι ορισμένων τοιχωμάτων του καλούπιού λεπταίνουν σταδιακά όπως φαίνεται και στην παρακάτω εικόνα με το πλαστικό αντικείμενο μέσα στο καλούπι και τις ακίδες εκβολής, οι οποίες σπρώχνουν το αντικείμενο, έξω από το καλούπι.



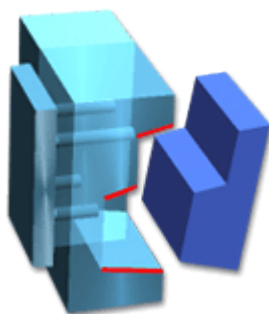
Σχήμα 3.6: Πλαστικό αντικείμενο μέσα στο καλούπι και ακίδες εκβολής

Τα τοιχώματα του καλούπιού, στο πιο πάνω σχήμα, που είναι με κόκκινο χρώμα δεν έχουν υποστεί λέπτυνση διαμέτρου.

Όταν οι ακίδες εκβολής σπρώχνουν το αντικείμενο έξω από το καλούπι η δύναμη που εφαρμόζεται πρέπει να υπερνικήσει την τριβή μεταξύ του τοιχώματος του καλουπιού και του πλαστικού αντικειμένου.

Επειδή τα τοιχώματα του καλουπιού δεν έχουν υποστεί την παραπάνω επεξεργασία η αντίσταση τριβής μεταξύ των τοιχωμάτων του καλουπιού και του πλαστικού αντικειμένου υφίσταται μέχρι την έξοδο του.

Πλαστικά αντικείμενα στα οποία δεν έχουν λεπτυνθεί οι διάμετροι κάποιων τοιχωμάτων ίσως καταστεί αδύνατο να εξαχθούν από το καλούπι ή κατά τη διάρκεια της εξαγωγής η επιφάνεια του αντικειμένου μπορεί να γδαρθεί και το κομμάτι να απορριφθεί ως οπτικά μη αποδεκτό.



Σχήμα 3.7: Πλαστικό αντικείμενο που δεν έχει υποστεί λέπτυνση διαμέτρου

Τα τοιχώματα του παραπάνω καλουπιού με κόκκινο χρώμα δεν έχουν υποστεί λέπτυνση διαμέτρου. Πρακτικά αυτό σημαίνει ότι η αντίσταση εξαιτίας της τριβής μειώνεται αρχικά και μηδενίζεται όταν το αντικείμενο αρχίσει να κινείται.

Συνήθως η επιλογή μιας γωνίας περίπου 1° μοίρας είναι αρκετή στο να επιτρέψει την εύκολη και χωρίς φθορές εξαγωγή του αντικειμένου από το καλούπι.

3.2 Λύνοντας προβλήματα ροής

Πιθανά προβλήματα ροής είναι το υπερβολικό βάρος του αντικειμένου, το hesitation, η υπερπλήρωση, το φαινόμενο του Ιπποδρόμου, η ανισόρροπη ροή, υπορροή, μονής διεύθυνσης ροής, έγχυση σε λεπτό τμήμα και υλικό που υπόκειται σε στρέβλωση.

Στις περισσότερες περιπτώσεις το υπερβολικό βάρος του αντικειμένου είναι ένα ανεπιθύμητο χαρακτηριστικό της μορφοποίησης καθώς αυξάνει το κόστος παραγωγής εξαιτίας της αύξησης της χρησιμοποιούμενης πρώτης ύλης.

Το υπερβολικό βάρος συνήθως οφείλεται σε αχρείαστα χοντρά τοιχώματα και ως εκ τούτου για τη μείωσή του με παράλληλη διατήρηση της σταθερότητάς του θα πρέπει:

- Να χρησιμοποιηθούν λεπτότερα τοιχώματα με ραβδώσεις.
- Να σχεδιαστεί το αντικείμενο για διαμόρφωση σε καλούπι με τη βοήθεια πίεσης και αέρα. Χοντρά τοιχώματα πρέπει να χρησιμοποιούνται μόνο εκεί όπου απαιτείται περισσότερο πλαστικό για τη σταθερότητα της κατασκευής και δεν μπορεί να ενισχυθεί διαφορετικά.

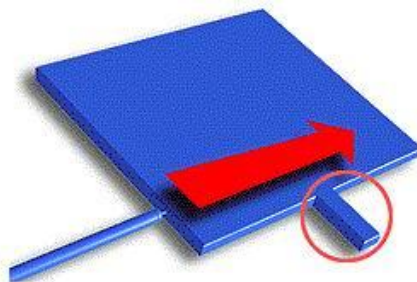
Για την εξισορρόπηση των ροών με μεταβολή του πάχους γύρω από συγκεκριμένες διαδρομές ροής προσπαθούμε να χρησιμοποιήσουμε εκτροπείς ροής παρά οδηγούς ροής έτσι ώστε να κρατηθεί χαμηλά το βάρος του αντικειμένου.

3.2.1 Λύνοντας προβλήματα Hesitation

Hesitation είναι όταν η ροή σταματάει ή επιβραδύνεται κατά μήκος μιας συγκεκριμένης διαδρομής ροής.

Όταν κατά την πλήρωση με πλαστικό της κοιλότητας του καλουπιού υπάρχει στην ίδια περιοχή ένα λεπτό και ένα παχύ τμήμα τότε το πλαστικό θα τείνει να γεμίσει το παχύ τμήμα πρώτα, δεδομένου ότι αυτή η διαδρομή προσφέρει τη λιγότερη αντίσταση στη ροή. Αυτό το φαινόμενο θα ενισχυθεί εάν η διεύθυνση της ροής σε εκείνο το σημείο εφαρμόζει μια μεγαλύτερη πίεση στην κατεύθυνση της παχύτερης διαδρομής. Αυτό μπορεί να οδηγήσει το πλαστικό που βρίσκεται στο λεπτό τμήμα να σταματήσει ή να επιβραδύνει σημαντικά.

Hesitation μπορεί να εμφανιστεί στα πλευρά και στο λεπτό τμήμα των αντικειμένων που έχουν σημαντικές αλλαγές στο πάχος των τοιχωμάτων. Στην ακόλουθη εικόνα το εξόγκωμα (που περικλείεται στον κόκκινο κύκλο) προσφέρει μια υψηλότερη αντίσταση στη ροή αφού είναι πολύ λεπτότερο από το υπόλοιπο αντικείμενο. Επίσης, η διεύθυνση της ροής εφαρμόζει λίγη πίεση στην κατεύθυνση που απαιτείται για να γεμίσει το εξόγκωμα.



Σχήμα 3.8: Εξόγκωμα λεπτότερο από το υπόλοιπο αντικείμενο

Το Hesitation μπορεί να μειώσει την ποιότητα των αντικειμένων λόγω μεταβλητότητας στην εμφάνιση της επιφάνειας, ελαττωματική τοποθέτηση, υψηλή πίεση και ανομοιομορφος προσανατολισμός των πλαστικών μορίων. Εναλλακτικά, εάν το hesitation οδηγήσει το μέτωπο ροής στην ολοκληρωτική του ψύξη, μέρος της κοιλότητας μπορεί να παραμείνει ασυμπλήρωτο (short shot).

Η εμπιστοσύνη του αποτελέσματος πλήρωσης θα δώσει έμφαση στις περιοχές που είναι δύσκολο να πληρωθούν. Η εξέταση των αποτελεσμάτων χρόνου και θερμοκρασίας πλήρωσης μπορεί να βοηθήσει να εξηγηθεί γιατί το hesitation εμφανίστηκε. Το χρονικό διάγραμμα της πλήρωσης θα παρουσιάσει το hesitation με ένα πολύ στενό διάστημα στις χρονικές γραμμές πλήρωσης. Το διάγραμμα θερμοκρασίας θα παρουσιάσει το hesitation ως μια μεγάλη διαφορά θερμοκρασίας.

Διορθωτικά Μέτρα:

- Να κινήσει τη θέση εγχύσεως πολυμερούς μακριά από τον τομέα του hesitation. Η απουσία εναλλακτικών διαδρομών ροής θα δώσει λιγότερο χρόνο για το πολυμερές να διστάσει.

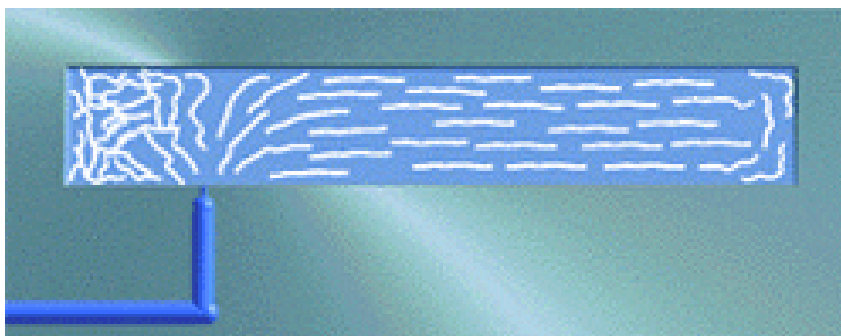
- Να κινήσει τη θέση εγχύσεως πολυμερούς προς τον παχύτερο τομέα του αντικειμένου.
- Να κινήσει τη θέση εγχύσεως πολυμερούς προς μια θέση που θα δημιουργήσει μεγαλύτερη πίεση στο σημείο που εμφανίζεται το hesitation. Είναι χρήσιμη η ύπαρξη ραβδώσεων και οδηγών στο τελευταίο σημείο της πλήρωσης, έτσι ώστε όλη η πίεση εγχύσεως να εφαρμόζεται σε αυτό το σημείο.
- Να αυξήσει το πάχος των τοιχωμάτων όπου το hesitation εμφανίστηκε, για να μειωθεί η αντίσταση στη ροή.
- Να χρησιμοποιήσει ένα λιγότερο ιξώδες υλικό (δηλαδή ένα υλικό με ένα υψηλότερο MFI).

3.2.2 Λύνοντας προβλήματα υπερπλήρωσης

Υπερπλήρωση είναι το φαινόμενο κατά το οποίο περισσότερο υλικό από όσο χρειάζεται συμπιέζεται σε μια διαδρομή ροής ενώ άλλες διαδρομές συνεχίζουν την πλήρωσή τους.

Η υπερπλήρωση εμφανίζεται όταν οι ευκολότερες (κοντύτερες, παχύτερες) σε πλήρωση διαδρομές ροής γεμίσουν πρώτες. Όταν αυτές οι διαδρομές ροής γεμίσουν θα βρεθούν κάτω από συνεχόμενη πίεση αφού επιπλέον πλαστικό διοχετεύεται από τη θέση εγχύσεως μέσα στο καλούπι για να γεμίσει τα εναπομείναντα κενά. Αυτή η πίεση θα σπρώξει όλο και περισσότερο υλικό μέσα στον ήδη γεμάτο τομέα προκαλώντας αύξηση της πυκνότητας και μειωμένη συρρίκνωση απ' ό,τι άλλες περιοχές του αντικειμένου. Στη συνέχεια ο υπερπληρωμένος τομέας θα παγώσει κάτω από αυτή την πίεση, όπως και οι δυνάμεις-τάσεις που έχουν αναπτυχθεί στο εσωτερικό του.

Το καίριο αποτέλεσμα της ανάλυσης που χρησιμοποιείται στην πιστοποίηση της ύπαρξης υπερπλήρωσης είναι το διάγραμμα του χρόνου πλήρωσης.



Σχήμα 3.9: Υπερπλήρωση στην αριστερή μεριά του αντικειμένου

Στο παραπάνω διάγραμμα η θέση εγχύσεως του πολυμερούς αναπαριστάται με τον γαλάζιο σωλήνα, ο οποίος καταλήγει σε κώνο. Η ροή του πλαστικού αναπαριστάται με άσπρες γραμμές. Σε αυτό το σημείο πρέπει να τονιστεί ότι οι διαδρομές ροής δεν είναι εξισορροπημένες και ως εκ τούτου θα εμφανιστεί υπερπλήρωση στην αριστερή μεριά του αντικειμένου. Η υπερπλήρωση λαμβάνει χώρα γενικά στους τομείς με τον μικρότερο χρόνο πλήρωσης. Αποτέλεσμα της είναι η δημιουργία προβλημάτων όπως αυξημένο βάρος αντικειμένου και ανομοιόμορφη κατανομή της πυκνότητας στο αντικείμενο.

Για την επίλυση των προβλημάτων που προκαλούνται από την υπερπλήρωση, πρέπει να εξισορροπηθούν οι διαδρομές ροής ως εξής:

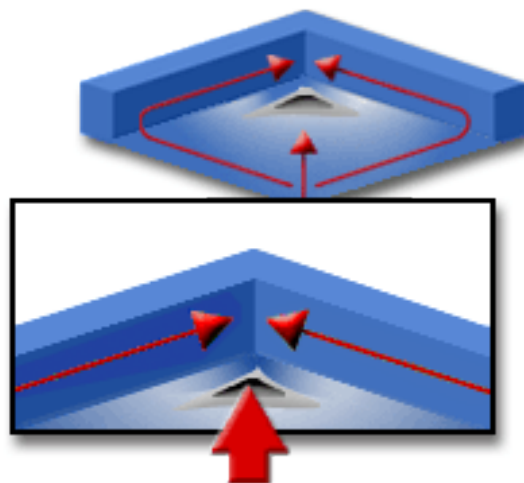
- Αυξομειώνοντας το πάχος τμημάτων του αντικειμένου που μπορούν να λειτουργήσουν ως οδηγοί ροής και εκτροπείς ροής.
- Τοποθετώντας τη θέση έγχυσης σε μια θέση η οποία θα καθορίσει ίδιου μήκους διαδρομές ροής.
- Χωρίζοντας το καλούπι σε φανταστικούς τομείς και χρησιμοποιώντας μια θέση έγχυσης για κάθε τομέα.
- Απομακρύνοντας αχρείαστες εισόδους έγχυσης.

3.2.3 Λύνοντας προβλήματα του φαινομένου του ιπποδρόμου

Το φαινόμενο του Ιπποδρόμου εμφανίζεται όταν οι διαδρομές του πλαστικού που ρέει διαμέσου των χοντρών τομέων του καλουπιού ανταγωνίζονται μεταξύ τους σε ταχύτητα πλήρωσης, πριν τα λεπτότερα τμήματα γεμίσουν.

Τα χοντρά τμήματα προκαλούν λιγότερη αντίσταση στη ροή από ότι τα λεπτότερα.

Το φαινόμενο του ιπποδρόμου δηλώνει ανισορροπία στις διαδρομές ροής και μπορεί να προκαλέσει περιττές γραμμές συγκόλλησης και φουσαλίδες αέρα. Το ακόλουθο διάγραμμα παρουσιάζει ένα αντικείμενο με χοντρό χείλος. Η ροές του πλαστικού (κόκκινα βέλη) διαγωνίζονται γύρω από το άκρο παγιδεύοντας μία φουσαλίδα αέρα (μπλε κύκλος).

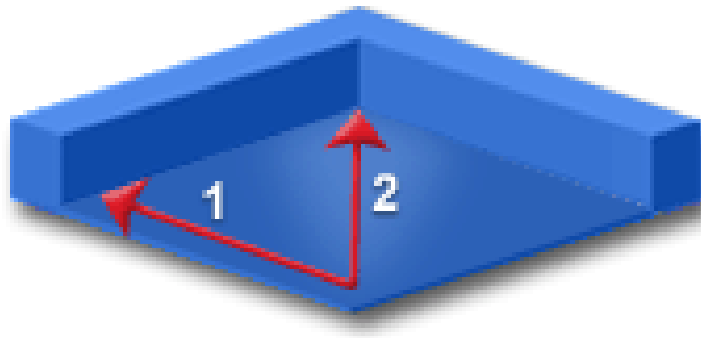


Σχήμα 3.10: Αντικείμενο με χοντρό χείλος

Διορθωτικά Μέτρα:

Η μεγάλη διαφορά στο πάχος των τοιχωμάτων ενός αντικειμένου μπορεί να προκαλέσει προβλήματα κάτι το οποίο είναι απαραίτητο πολλές φορές από σχεδιαστική άποψη. Παρόλα αυτά στο προηγούμενο παράδειγμα το φαινόμενο του Ιπποδρόμου δεν είναι το πραγματικό πρόβλημα. Το αληθινό πρόβλημα είναι η ανισόρροπη ροή η οποία επιτρέπει την εμφάνιση

του φαινομένου. Εάν το πλαστικό έφθανε στη παχιά άκρη από όλες τις κατευθύνσεις και στον ίδιο χρόνο το φαινόμενο του ιπποδρόμου δεν θα εμφανιζόταν.



Σχήμα 3.11: Φαινόμενο ιπποδρόμου σε συμμετρικό αντικείμενο με παχύ χείλος

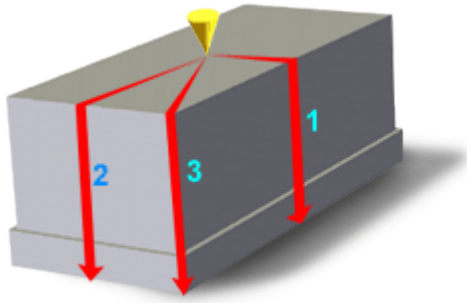
Η διαδρομή ροής 1 είναι κοντύτερη από τη διαδρομή ροής 2. Παρόλα αυτά με μια μικρή αύξηση του πάχους στη διαδρομή 2 ή λεπταίνοντας τη διαδρομή 1 (βλέπε οδηγούς ροής και εκτροπείς ροής), το πλαστικό θα αναγκαζόταν να φθάσει στο παχύ χείλος από όλες τις κατευθύνσεις στον ίδιο χρόνο, εξισορροπώντας έτσι τις ροές.

Το παραπάνω παράδειγμα του φαινομένου του ιπποδρόμου σε ένα συμμετρικό αντικείμενο με παχύ χείλος είναι σχετικά απλό να επιλυθεί. Σε πιο πολύπλοκα αντικείμενα τα χοντρά τοιχώματα ίσως να χρειαστούν λέπτυνση ή η θέση εισόδου του πολυμερούς να πρέπει να μεταβληθεί ή να χρησιμοποιηθούν πολλαπλές θέσεις εγχύσεως πολυμερούς.

3.2.4 Λύνοντας προβλήματα ανισόρροπης ροής

Ανισόρροπη ροή είναι το φαινόμενο κατά το οποίο πλαστικό γεμίζει ορισμένες διαδρομές ροής στο καλούπι πριν γεμίσουν κάποιες άλλες.

Η ανισόρροπη ροή μπορεί να γίνει αιτία για πολλά προβλήματα μορφοποίησης όπως: flashing, short shots, high cycle time, density differences throughout the part, warp age, air traps και extra weld lines. Η ροή είναι ισορροπημένη όταν όλα τα άκρα του καλουπιού γεμίσουν στον ίδιο χρόνο. Για την αναγνώριση της ανισορροπίας στη ροή θα πρέπει να αναγνωριστούν οι διάφορες διαδρομές ροής στο καλούπι, οι τροχιές, δηλαδή, που ακολουθεί το πλαστικό στο καλούπι. Το ακόλουθο αντικείμενο περιέχει 3 τρεις βασικές διαδρομές ροής (περιγράφονται από τα κόκκινα βέλη).



Σχήμα 3.12: Αντικείμενος με τρεις βασικές διαδρομές ροής

Κάθε διαδρομή ροής είναι διαφορετικού μήκους. Εάν το αντικείμενο έχει ομοιόμορφο πάχος, η διαδρομή ροής 1 θα γεμίσει πρώτη ακολουθούμενη από τη διαδρομή 2 και τέλος από τη διαδρομή 3.

Διορθωτικά Μέτρα:

Μεταβάλλοντας το πάχος περιοχών μέσα στο αντικείμενο η ροή μπορεί να επιταχυνθεί ή να επιβραδυνθεί προς ορισμένες κατευθύνσεις, βοηθώντας έτσι στην εξισορρόπηση των ροών. Στο παραπάνω διάγραμμα η επίλυση του προβλήματος είναι η μείωση του πάχους της διαδρομής ροής 1 και η αύξηση του πάχους της διαδρομής 3.

Σ' άλλα παραδείγματα είναι απαραίτητη η εξέταση της θέσης ή των θέσεων εγχύσεως πολυμερούς. Για παράδειγμα εάν επιλεγθεί μία θέση εισόδου που καθορίζει μερικές διαδρομές ροής τρεις και τέσσερις φορές μεγαλύτερες από το μήκος κάποιων άλλων τότε είναι σχεδόν αδύνατο να εξισορροπηθούν οι ροές. Η εξισορρόπηση μπορεί να επιτευχθεί μετακινώντας τη θέση εισόδου του πολυμερούς σε σημείο το οποίο καθορίζει ίδιου μήκους διαδρομές ροής ή εναλλακτικά χωρίζοντας το καλούπι σε νοητά μικρότερα τμήματα που είναι εύκολο να επεξεργαστούν και χρησιμοποιώντας πολλαπλές θέσεις εγχύσεως πλαστικού μια σε κάθε τμήμα.

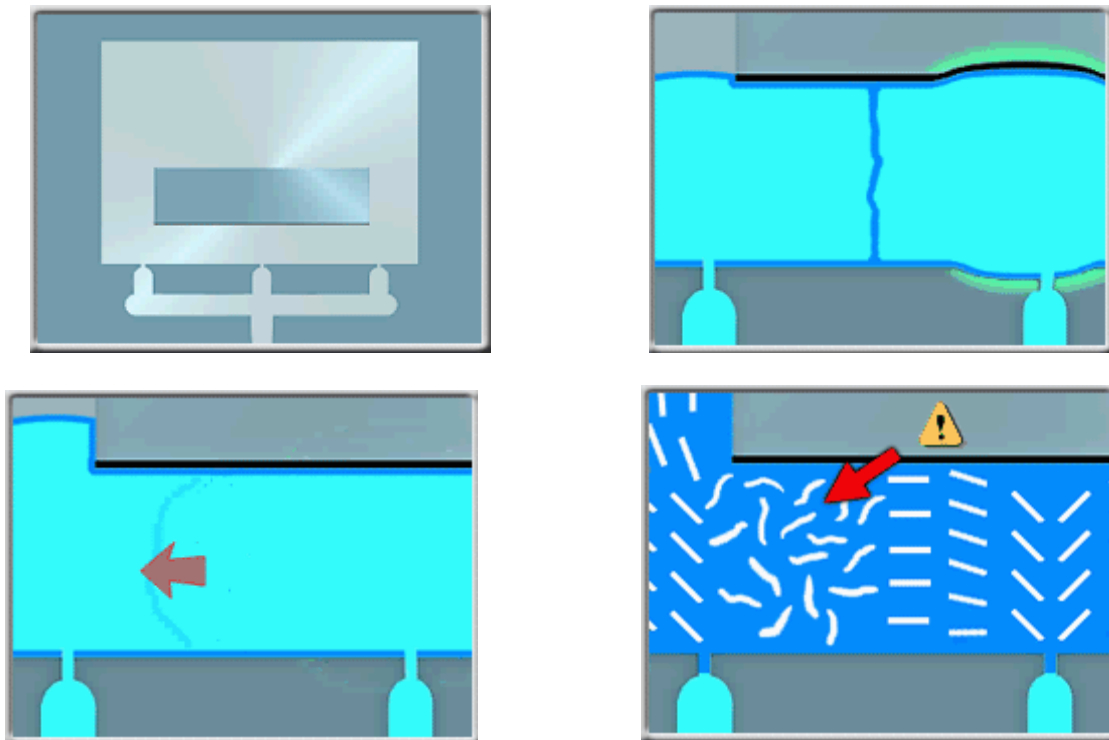
Το καίριο αποτέλεσμα της ανάλυσης που βοηθάει στην πιστοποίηση της ανισόρροπης ροής είναι ο χρόνος πλήρωσης.

3.2.5 Λύνοντας προβλήματα υπορροής

Υπορροή είναι το φαινόμενο κατά το οποίο ένα μέτωπο ροής αναστρέφει κατεύθυνση.

Η υπορροή εμφανίζεται όταν δύο μέτωπα ροής που έρχονται από διαφορετικές διευθύνσεις συναντώνται, σταματούν στιγμιαία και το ένα από τα δύο αλλάζει διεύθυνση ροής προς τα πίσω, κινούμενο μέσα στα εξωτερικά ψυχρότερα στρώματα. Όταν η ροή αναστρέφει διεύθυνση το ψυχρό στρώμα λιώνει ξανά, εξαιτίας της θερμότητας που αναπτύσσεται λόγω τριβής. Στην προβολή παρακάτω η είσοδος στο κέντρο έχει πολύ μικρότερο όγκο να γεμίσει σε σχέση με τις άλλες δύο. Όταν ο χώρος πλήρωσης της κεντρικής εισόδου γεμίσει, οι υπόλοιποι χώροι ακόμη δέχονται υλικό άρα το μέτωπο ροής της αριστερής εισόδου ασκεί μικρότερη πίεση από αυτό της κεντρικής. Έτσι όταν τα δύο μέτωπα ροής συναντηθούν το αριστερό μέτωπο αλλάζει διεύθυνση. Στο παρακάτω παράδειγμα το βέλος δείχνει τη

διεύθυνση της υπορροής. Η αναστροφή στο μέτωπο ροής μειώνει την ποιότητα του αντικειμένου τόσο από άποψη επιφανειακής εμφάνισης όσο και από δομικής κατασκευής.



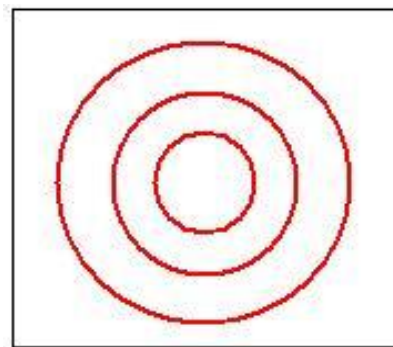
Σχήμα 3.13: Παράδειγμα εμφάνισης υπορροής

Διορθωτικά Μέτρα:

Εξασφαλίστε ότι τα μέτωπα ροής θα συναντηθούν μόνο στο τέλος της πλήρωσης.

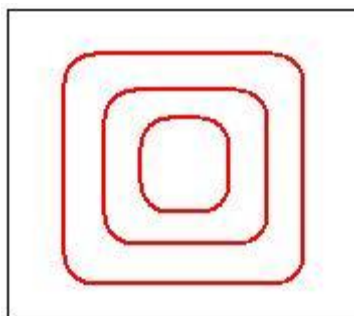
Η προβολή του διαγράμματος χρόνου πλήρωσης δεν δηλώνει την παρουσία υπορροής. Βλέποντας, όμως, την προβολή απ' την αρχή μπορούμε να παρακολουθήσουμε τα μέτωπα ροής να συναντώνται και να δούμε τη γεωμετρία που διέπει τη συγκεκριμένη περιοχή.

Η μονής διεύθυνσης ροή λαμβάνει χώρα όταν το πλαστικό ρέει σε μία διεύθυνση με ίσο μέτωπο ροής.



Σχήμα 3.14: Τετράγωνο πιάτο ομοιόμορφου πάχους με μια θέση εγχύσεως στο κέντρο του

Ένα απλό παράδειγμα για να καταδειχθεί αυτή η ροή είναι ένα τετράγωνο πιάτο ομοιόμορφου πάχους με μια θέση εγχύσεως πολυμερούς στο κέντρο του. Η παραπάνω εικόνα δείχνει ότι ένα τέτοιο αντικείμενο θα είχε κυκλικό μοτίβο ροής. Το πρόβλημα, όμως, με αυτό το μοτίβο ροής είναι ότι παράγει μοριακό προσανατολισμό πολλών διευθύνσεων, το οποίο από δομική άποψη είναι επιβλαβές για την ποιότητα του αντικειμένου. Στο ακόλουθο παράδειγμα το πάχος του πιάτου αυξάνεται σταδιακά από το κέντρο στις γωνίες του αντικειμένου μειώνοντας την αντίσταση ροής σε αυτή την κατεύθυνση, δημιουργώντας έτσι ένα ικανοποιητικό μοριακό προσανατολισμό.



Σχήμα 3.15: Δημιουργία ικανοποιητικού μοριακού προσανατολισμού

Κατά την εξισορρόπηση των ροών βεβαιωθείτε ότι τα μέτρα που λαμβάνονται συμβάλουν και στη δημιουργία μοτίβου μονής διεύθυνσης ροής.

3.2.6 Λύνοντας προβλήματα έγχυσης σε λεπτό τμήμα

Έγχυση σε λεπτό τμήμα, Αυτή η προειδοποίηση εμφανίζεται όταν επιλεγθεί η θέση εγχύσεως σε λεπτό τμήμα ενός αντικειμένου με χοντρά και λεπτά τμήματα.

Όταν επιλεγθεί ένα λεπτό τμήμα για τη θέση εγχύσεως πολυμερούς, τη στιγμή που υπάρχουν στο αντικείμενο παχύτερα τμήματα, τότε είναι πολύ πιθανό το λεπτό τμήμα να ψυχθεί πρώτο. Σε αυτήν την περίπτωση δεν θα εφαρμοστεί πίεση στα λεπτότερα τμήματα καθώς ψύχονται, δημιουργώντας έτσι μειωμένη πυκνότητα υλικού στις συγκεκριμένες επιφάνειες.

Η μειωμένη πυκνότητα μπορεί να οδηγήσει σε hesitation, βαθουλώματα, διαφορετικό βαθμό συρρίκνωσης. Τα βαθουλώματα είναι κοιλότητες που δημιουργούνται στην επιφάνεια θερμοπρεσσαριστών αντικειμένων. Συνήθως αυτές οι κοιλότητες είναι πολύ μικρές, παρόλα αυτά είναι ορατές εξαιτίας του τρόπου που αντανακλούν το φως. Όλα τα πολυμερή συρρικνώνονται κατά τη διάρκεια της ψύξης. Αν ένα αντικείμενο συρρικνώνεται ομοιόμορφα προς όλες τις διευθύνσεις και σε όλα τα τμήματα του τότε δεν θα παραμορφωθεί.

Για την εύρεση περισσότερων λεπτομερειών για τα sink marks, shrinkage and warpage of the part θα πρέπει να αναλυθεί το αντικείμενο στο πρόγραμμα Moldflow Plastic Insight.

Διορθωτικά Μέτρα:

- Μετακίνηση της θέσης εγχύσεως σε ένα άλλο σημείο του αντικειμένου το οποίο δεν είναι τόσο λεπτό. Συνίσταται η έγχυση να γίνεται από παχύτερα τμήματα σε λεπτότερα.

- Αύξηση του πάχους των τοιχωμάτων γύρω από τη θέση εγχύσεως.

3.2.7 Λύνοντας προβλήματα στρέβλωσης

Υλικό που υπόκειται σε στρέβλωση (Material Subject to Warp age), αυτή η προειδοποίηση εμφανίζεται όταν ένα υλικό παραμορφώνεται λόγω στρέβλωσης. Όλα τα πολυμερή συρρικνώνονται καθώς ψύχονται, παρόλα αυτά αν το αντικείμενο συρρικνωθεί κατά διαφορετικό ποσοστό στα διάφορα τμήματά του, τότε μπορεί κάλλιστα να στρεβλωθεί. Εάν η γεωμετρία του αντικειμένου είναι τέτοια που αυτό σίγουρα θα στρεβλωθεί, τότε επιβάλλεται η χρησιμοποίηση ενός ημικρυσταλλικού υλικού που θα επιδεινώσει το φαινόμενο. Ορισμένα υλικά έχουν από τη φύση τους υψηλότερο βαθμό συρρίκνωσης, ειδικότερα τα ημικρυσταλλικά υλικά έχουν υψηλότερο βαθμό συρρίκνωσης από τα άμορφα.

Διορθωτικά Μέτρα:

1. Να μειωθεί η θερμοκρασία χύτευσης.

Η συρρίκνωση και η στρέβλωση αυξάνεται καθώς η θερμοκρασία του καλουπιού αυξάνεται διότι η υψηλή θερμοκρασία χύτευσης μειώνει το βαθμό ψύξης του υλικού. Θα χρειαστεί, δηλαδή, περισσότερος χρόνος για να ψυχθεί το αντικείμενο, γεγονός που οδηγεί στην αύξηση της κρυσταλλικής συνοχής και αναλογίας.

2. Να μειωθεί το πάχος των τοιχωμάτων.

Η συρρίκνωση αυξάνεται καθώς το πάχος των τοιχωμάτων αυξάνεται. Το φαινόμενο αυτό είναι παρόμοιο με εκείνο που παρουσιάζεται κατά τη μείωση της θερμοκρασίας χύτευσης. Καθώς το πάχος των τοιχωμάτων αυξάνεται το τμήμα αυτό χρειάζεται περισσότερο χρόνο για να κρυώσει και να ψυχθεί. Αυτή η αργή ψύξη αυξάνει την κρυσταλλική συνοχή επιδεινώνοντας τη συρρίκνωση και το στρέβλωμα. Επομένως για την αποφυγή του φαινομένου είναι χρήσιμη η λέπτυνση των τοιχωμάτων.

3. Χρήση διαφορετικού υλικού.

Χρησιμοποιώντας το κουμπί Search Materials στις παραμέτρους χύτευσης μπορείτε να βρείτε ένα υλικό με παρόμοιες ιδιότητες που δεν είναι ημικρυσταλλικό. Παρακάτω παρουσιάζεται μια λίστα με τα ημικρυσταλλικά υλικά που περιέχονται στη βάση δεδομένων του προγράμματος ([πίνακας 3.1](#)).

Πίνακας 3.1: Λίστα ημικρυσταλλικών υλικών

HDPE	PA6/6	POM
HTN	PA6/66	POM-HI
LDPE	PA6/6T	PP
LLDPE	PA612	PP/EPDM
LMDPE	PA66	PP/EPR
PA	PA66/6	PP/PE
PA12	PA6T	TPE
PA46	PA6T/61	TPO
PA6	PA6T/66	TPR
PA6/10	PBT	UHMW-PE
PA6/12	PE	VHMWPE

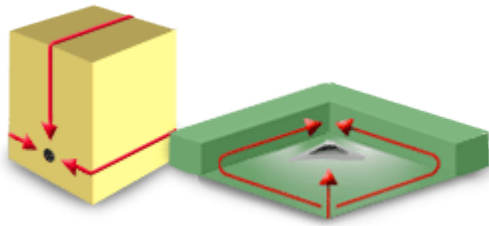
3.3 Λύνοντας προβλήματα χύτευσης

3.3.1 Λύνοντας προβλήματα από παγίδες αέρα

Οι παγίδες αέρα εμφανίζονται όταν τα συγκλίνοντα μέτωπα ροής περικυκλώνουν και παγιδεύουν μια φυσαλίδα αέρα. Ο παγιδευμένος αέρας μπορεί να προκαλέσει ελλιπή πλήρωση και συσκευασία, και συχνά προκαλεί μίαν επιφανειακή κηλίδα στο τελικό κομμάτι. Παγιδευμένος αέρας στις τσέπες μπορεί να συμπιεστεί, να θερμανθεί και να προκαλέσει σημάδια καψίματος.

Αιτίες που το προκαλούν:

- Φαινόμενο του ιπποδρόμου.
- Hesitation.
- Ανισόρροπη διαδρομή ροής.
Οι διαδρομές ροής δεν απαιτούν το φαινόμενο του ιπποδρόμου ή το Hesitation για να έχουν ανισόρροπη ροή. Σε ένα τμήμα με ομοιόμορφο πάχος, το φυσικό μήκος των διαδρομών ροής μπορεί να ποικίλει, αλλά και πάλι είναι πιθανό να έχουμε παγίδες αέρα.
- Ανεπαρκής εξαερισμός.
Η έλλειψη ανοίγματος ή μεγέθους διεξόδου σε αυτές τις τελευταίες προς πλήρωση περιοχές είναι μια κοινή αιτία εμφάνισης παγίδων αέρα.



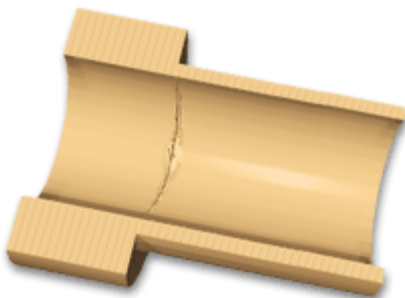
Σχήμα 3.16: Δημιουργία φουσαλίδας λόγω ανισόρροπης ροής και φουσαλίδας στην ακμή ενός αντικειμένου

Διορθωτικά Μέτρα:

- Ισορροπημένες διαδρομές ροής.
- Αποφυγή Hesitation και επιδράσεις από το φαινόμενο του ιπποδρόμου.
- Δρομείς ισορροπίας.
Αλλάζοντας το σύστημα του δρομέα μπορεί να αλλάξει το μοτίβο της πλήρωσης κατά τέτοιο τρόπο ώστε η τελευταία προς πλήρωση περιοχή να βρεθεί στο κατάλληλο σημείο εξαερισμού.
- Κατάλληλος εξαερισμός.
Αν υπάρχουν παγίδες αέρα, πρέπει να τοποθετούνται σε περιοχές που μπορούν εύκολα να εξαερώνονται ή να εξαγονται ή / και να προστεθούν βελόνες εξαερισμού έτσι ώστε να μπορεί να αφαιρεθεί ο αέρας.

3.3.2 Λύνοντας προβλήματα ευθραυστότητας

Ένα εύθραυστο χυτευόμενο μέρος έχει την τάση να σπάσει ή να ραγίσει. Η ευθραυστότητα προκύπτει από το μικρότερο μήκος της μοριακής αλυσίδας (έτσι έχει μικρότερο μοριακό βάρος). Ως αποτέλεσμα, η φυσική ακεραιότητα του τμήματος είναι ουσιαστικά μικρότερη από την προδιαγραφή.



Σχήμα 3.17: Δημιουργία ραγίσματος στο αντικείμενο

Αιτίες που το προκαλούν:

- Υποβάθμιση του υλικού.
Αυτό μπορεί να προκαλείται από την υπερβολική ταχύτητα εγχύσεως, το χρόνο παραμονής ή τη θερμοκρασία του τήγματος. Ακατάλληλος σχεδιασμός του συστήματος δρομέα ή κοχλία μπορεί επίσης να οδηγήσει σε υποβάθμιση του υλικού.
- Αδύναμες γραμμές συγκολλήσεως.
- Μη βέλτιστη κρυσταλλικότητα.
- Υψηλή παραμένουσα τάση.
- Μη συμβατά υλικά αναμειγνύονται μαζί.
- Πάρα πολλά απορρίμματα.
- Ακατάλληλες συνθήκες ξήρανσης.
Υπερβολική ξήρανση είτε οδηγεί πτητικά μακριά στο πλαστικό, καθιστώντας το πιο ευαίσθητο στην επεξεργασία, ή υποβαθμίζει το υλικό με τη μείωση του μοριακού του βάρους.

Διορθωτικά Μέτρα:

- Ρυθμίστε τις κατάλληλες συνθήκες ξήρανσης πριν από τη χύτευση.
Οι προμηθευτές υλικών μπορούν να παρέχουν τις καλύτερες δυνατές συνθήκες ξήρανσης για τα συγκεκριμένα υλικά.
- Μειώστε τα απορρίμματα υλικού.
Επικοινωνήστε με τους προμηθευτές υλικών για να πάρετε τα συνιστώμενα επίπεδα απορριμμάτων για να τα χρησιμοποιήσετε.
- Αλλαγή υλικού.
- Βελτιστοποίηση σχεδιασμού του συστήματος δρομέα.
Περιορισμένο κανάλι, δρομέας, πύλη, ή ακόμα και μέρος του σχεδιασμού θα μπορούσε να προκαλέσει υπερβολική θέρμανση διάτμησης που επιδεινώνει ένα ήδη υπερθερμασμένο υλικό, προκαλώντας υποβάθμιση υλικού.
- Τροποποίηση του σχεδιασμού κοχλία.
Επικοινωνήστε με τους προμηθευτές υλικού / μηχανής για να πάρετε τις σωστές πληροφορίες σχεδιασμού κοχλία για να αποφύγετε άσκοπη τήξη μείγματος ή υπερθέρμανση που οδηγεί σε υποβάθμιση υλικού.
- Επιλέξτε μηχανήμα με μικρότερο shot μέγεθος.
Η ελαχιστοποίηση του χρόνου παραμονής μειώνει την υποβάθμιση υλικού.
- Μειώστε την παραμένουσα τάση.
- Ενίσχυση των γραμμών συγκολλήσεως.
Αυξήστε τη θερμοκρασία τήξης εντός των ορίων, για να μην υπερθερμανθεί το υλικό.

3.3.3 Λύνοντας προβλήματα από σκοτεινές ραβδώσεις (burn marks)

Τα burn marks είναι μικρές, σκοτεινές ή μαύρες κηλίδες στην επιφάνεια του κομματιού. Αυτό το φαινόμενο επίσης συχνά αναφέρεται ως σκοτεινές ραβδώσεις ή στίγματα.



Σχήμα 3.18: Εμφάνιση στίγμάτων στο αντικείμενο

Αιτίες που το προκαλούν:

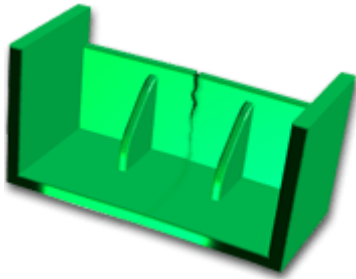
- Αδιαβατικά θερμαινόμενος παγιδευμένος αέρας.
Παγιδευμένος αέρας στις τσέπες μπορεί να συμπιεστεί, να θερμανθεί και να προκαλέσει burn marks.
- Υποβάθμιση του υλικού.
Αυτό μπορεί να προκαλείται από την υπερβολική ταχύτητα εγχύσεως, το χρόνο παραμονής ή τη θερμοκρασία του τήγματος. Ακατάλληλος σχεδιασμός του συστήματος δρομέα ή κοχλία μπορεί επίσης να οδηγήσει σε υποβάθμιση του υλικού.

Διορθωτικά Μέτρα:

- Εξαλείψτε τις παγίδες αέρα.
Για να αποτρέψει τα σημάδια καψίματος, μετακινήστε τις παγίδες αέρα σε χώρους όπου μπορούν να αερίζονται, ή όπου μπορεί να προστεθούν εξολκείς.
- Βελτιστοποίηση σχεδιασμού του συστήματος δρομέα.
Περιορισμένο κανάλι, δρομέας, πύλη, ή ακόμα και μέρος του σχεδιασμού θα μπορούσε να προκαλέσει υπερβολική θέρμανση διάτμησης που επιδεινώνει ένα ήδη υπερθερμασμένο υλικό, προκαλώντας υποβάθμιση υλικού.
- Τροποποίηση του σχεδιασμού κοχλία.
Επικοινωνήστε με τους προμηθευτές υλικού / μηχανής για να πάρετε τις σωστές πληροφορίες σχεδιασμού κοχλία για να αποφύγετε άσκοπη τήξη μείγματος ή υπερθέρμανση που οδηγεί σε υποβάθμιση υλικού.
- Επιλέξτε μηχανήμα με μικρότερο shot μέγεθος.
- Βελτιστοποίηση της θερμοκρασίας τήξης.
Μειώστε τη θερμοκρασία για να αποφευχθεί η υποβάθμιση του υλικού από την υπερθέρμανση, ή αυξήστε τη για να περιορίσετε την παραμένουσα τάση.
- Βελτιστοποίηση back pressure, ταχύτητας περιστροφής κοχλία ή ταχύτητας έγχυσης.
Διατηρήστε την ισορροπία μεταξύ, της διατμητικής θερμότητας και των παραμένουσων τάσεων.

3.3.4 Λύνοντας προβλήματα ρωγμών

Το ράγισμα μπορεί να προκαλέσει αποτυχία στο κομμάτι, μια σύντομη ζωή κομματιού και να είναι οπτικά απαράδεκτο.



Σχήμα 3.19: Δημιουργία ρωγμής στο αντικείμενο

Αιτίες που το προκαλούν:

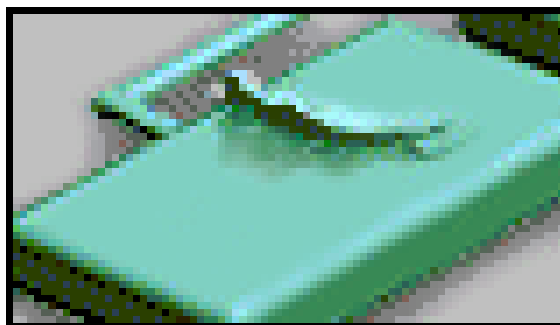
- Υψηλή παραμένουσα τάση.
Ρωγμές μπορούν να εμφανιστούν σε περιοχές όπου οι εσωτερικές τάσεις διάτμησης ψύχονται μέσα στο κομμάτι.
- Αδύναμες γραμμές συγκολλήσεως.
- Η διαφορική συρρίκνωση.
Ο διαφορικός προσανατολισμός, η συσκευασία και η ψύξη προκαλούν διαφορική συρρίκνωση με αποτέλεσμα τα υψηλά εσωτερικά επίπεδα της τάσης να ψύχονται.

Διορθωτικά Μέτρα:

- Ελαχιστοποίηση παραμένουσας τάσης.
- Προγραμματίστε την ταχύτητα ram ή να αυξήσετε το πάχος των τοιχωμάτων για να μειωθεί η ροή που προκαλείται από τις πιέσεις. Ελέγξτε για τη συνιστώμενη μέγιστη τιμή διατμητικής τάσης για το υλικό (καταχωρούνται στη βάση δεδομένων των υλικών).
- Ελαχιστοποίηση της διαφορικής συρρίκνωσης.

3.3.5 Λύνοντας προβλήματα αποκόλλησης

Η αποκόλληση, μερικές φορές αναφέρεται ως πλαστικοποίηση ή στρωματοποίηση, είναι ένα ελάττωμα στο οποίο η επιφάνεια του χυτευμένου εξαρτήματος μπορεί να καθαρισθεί στρώμα από στρώμα.



Σχήμα 3.20: Δημιουργία αποκόλλησης στο αντικείμενο

Αιτίες που το προκαλούν:

- Υψηλή διατμητική τάση.
- Μη συμβατά υλικά αναμειγνύονται μαζί.
- Η υπερβολική χρήση του παράγοντα απελευθέρωσης από το καλούπι.
- Η υπερβολική υγρασία υλικού.
Υπερβολική υγρασία θερμαίνεται και σχηματίζει ατμό, το οποίο καταλήγει σε αποφλοίωση στην επιφάνεια.
- Υποβάθμιση του υλικού.
Αυτό μπορεί να προκαλείται από την υπερβολική ταχύτητα εγχύσεως, το χρόνο παραμονής ή τη θερμοκρασία του τήγματος. Ακατάλληλος σχεδιασμός του συστήματος δρομέα ή κοχλία μπορεί επίσης να οδηγήσει σε υποβάθμιση του υλικού.

Διορθωτικά Μέτρα:

Να εξαιρεθεί η υποβάθμιση του υλικού και η υπερβολική τάση διάτμησης.

- Μείωση διατμητικής τάσης.
- Αφαιρέστε την υπερβολική υγρασία.
Οι προμηθευτές υλικών μπορούν να παρέχουν τις καλύτερες δυνατές συνθήκες ξήρανσης για τα συγκεκριμένα υλικά.
- Μειώστε τα απορρίμματα υλικού.
- Αποφύγετε την υπερβολική χρήση του παράγοντα απελευθέρωσης από το καλούπι.
Επιδιορθώστε το σύστημα εξαγωγής, ή άλλα προβλήματα για να εξαλείψετε τη δυσκολία της αποχύτευσης αντί της υπερβολικής χρησιμοποίησης του παράγοντα απελευθέρωσης από το καλούπι.
- Αποφύγετε τη μόλυνση υλικού.

3.3.6 Λύνοντας προβλήματα διακύμανσης διαστάσεων

Η διακύμανση διαστάσεων χαρακτηρίζεται από το φορμαρισμένο σε διάσταση κομμάτι και κυμαίνεται από παρτίδα σε παρτίδα ή από shot to shot, ενώ οι ρυθμίσεις της μηχανής παραμένουν οι ίδιες.

Αιτίες που το προκαλούν:

- Ασυνεπής συρρίκνωση.
- Προκύπτει από: α) Μεταβολή υλικού, όπως μεταβολές ιδιοτήτων, ποικίλα σε περιεκτικότητα υγρασία, ασυνεπής τήξη και το χρωματισμό. β) Παραλλαγή στις συνθήκες διαδικασίας, όπως ασυνεπής πλήρωση, διαφορετικό μείγμα και θερμοκρασία τήξης. γ) Διαφοροποιήσεις της μηχανής, όπως ένας κατεστραμμένος δακτύλιος ελέγχου και ασταθής ελεγκτής.
- Περιορισμένο παράθυρο μορφοποίησης.

Διορθωτικά Μέτρα:

- Αφαιρέστε την υπερβολική υγρασία.
Οι προμηθευτές υλικών μπορούν να παρέχουν τις καλύτερες δυνατές συνθήκες ξήρανσης για τα συγκεκριμένα υλικά.
- Μειώστε τα απορρίμματα υλικού.
Επικοινωνήστε με τους προμηθευτές υλικών για να πάρετε τα συνιστώμενα επίπεδα απορριμμάτων για να τα χρησιμοποιήσετε.
- Βελτιστοποίηση σχεδιασμού του συστήματος δρομέα.
Ο κακός σχεδιασμός μπορεί να προκαλέσει υποβάθμιση του υλικού μέσω διατμητικής θέρμανσης ή ακατάλληλης πλήρωσης.
- Αντικαταστήστε το δακτύλιο ελέγχου αν έχει σπάσει ή φθαρεί.
- Εξασφαλίστε την ομοιόμορφη θερμοκρασία του καλουπιού.
Βεβαιωθείτε ότι η θερμοκρασία του καλουπιού είναι ομοιόμορφη, ελέγχοντας το σύστημα ψύξης.
- Ρυθμίστε τις συνθήκες επεξεργασίας στο παράθυρο μορφοποίησης.
- Μειώστε τη διαφορική συρρίκνωση.

3.3.7 Λύνοντας προβλήματα αποχρωματισμού

Ο αποχρωματισμός είναι ένα ελάττωμα του χρώματος που χαρακτηρίζεται από το χρώμα ενός χυτευμένου κομματιού που έχει αλλάξει από το αρχικό χρώμα του υλικού.

Αιτίες που το προκαλούν:

- Υποβάθμιση του υλικού.
Αυτό μπορεί να προκαλείται από την υπερβολική ταχύτητα εγχύσεως, το χρόνο παραμονής ή τη θερμοκρασία του τήγματος. Ακατάλληλος σχεδιασμός του συστήματος δρομέα ή κοχλία μπορεί επίσης να οδηγήσει σε υποβάθμιση του υλικού.

Διορθωτικά Μέτρα:

- Βελτιστοποίηση σχεδιασμού του συστήματος δρομέα.
Περιορισμένο κανάλι, δρομέας, πύλη, ή ακόμα και μέρος του σχεδιασμού θα μπορούσε να προκαλέσει υπερβολική θέρμανση διάτμησης που επιδεινώνει ένα ήδη υπερθερμασμένο υλικό, προκαλώντας υποβάθμιση υλικού.
- Τροποποίηση του σχεδιασμού κοχλία.

Επικοινωνήστε με τους προμηθευτές υλικού / μηχανής για να πάρετε τις σωστές πληροφορίες σχεδιασμού κοχλία για να αποφύγετε άσκοπη τήξη μείγματος ή υπερθέρμανση που οδηγεί σε υποβάθμιση υλικού.
- Επιλέξτε μηχανήμα με μικρότερο shot μέγεθος.

Το τυπικό μέγεθος shot πρέπει να είναι μεταξύ 20 έως 80 τοις εκατό της χωρητικότητας έγχυσης της μηχανής. Για ευαισθητα στη θερμοκρασία υλικά, η σειρά θα πρέπει να περιοριστεί, ανάλογα με το υλικό. Τα προϊόντα Moldflow Plastic Insight μπορούν να σας βοηθήσουν να επιλέξετε το σωστό μέγεθος μηχανήματος για ένα συγκεκριμένο καλούπι. Αυτό θα βοηθήσει στην αποφυγή παραμονής υλικού στο θερμαινόμενο βαρέλι για παρατεταμένες χρονικές περιόδους.

- Βελτιστοποίηση της θερμοκρασίας τήξης.
Μειώστε τη θερμοκρασία για να αποφευχθεί η υποβάθμιση του υλικού από την υπερθέρμανση, ή αυξήστε τη για να περιορίσετε την παραμένουσα τάση.
- Βελτιστοποίηση back pressure, ταχύτητας περιστροφής κοχλία ή ταχύτητας έγχυσης.
Διατηρήστε την ισορροπία μεταξύ, της διατηρητικής θερμότητας και των παραμένουσων τάσεων.
- Κατάλληλος εξαερισμός.
Χρησιμοποιήστε το συνιστώμενο μέγεθος υλικού εξαερισμού από τον προμηθευτή.

3.3.8 Λύνοντας προβλήματα υπερβολικού βάρους του κομματιού

Στις περισσότερες περιπτώσεις, το υπερβολικό βάρος του κομματιού είναι ένα ανεπιθύμητο χαρακτηριστικό χύτευσης. Αυξάνει το κόστος παραγωγής, λόγω του μεγάλου χρόνου του κύκλου που απαιτείται για την ψύξη του επιπλέον βάρους του υλικού και το επιπλέον κόστος του υλικού.

Αιτίες που το προκαλούν:

- Υπερπλήρωση.
- Αχρείαστο παχύ τμήμα του τοιχώματος.

Διορθωτικά Μέτρα:

- Αποφύγετε την υπερπλήρωση.
- Χρησιμοποιήστε λεπτότερα τμήματα τοιχωμάτων με νευρώσεις.
- Κάντε πιο παχιά μόνο εκείνα τα τμήματα του τοιχώματος που απαιτούν επιπλέον υλικό για τη δομική σταθερότητα του και ότι δεν μπορεί να ενισχυθεί με τη χρήση άλλης μεθόδου.
- Σχεδιάστε ένα κομμάτι που πρέπει να γίνει με χύτευση με έγχυση αερίου.

Όταν προσπαθείτε να εξισορροπήσετε τις ροές μεταβάλλοντας το πάχος κατά μήκος των ειδικών διαδρομών ροής, προσπαθήστε να χρησιμοποιήσετε εκτροπείς ροής και όχι ηγέτες της ροής για να διατηρηθεί το βάρος του κομματιού προς τα κάτω.

3.3.9 Λύνοντας προβλήματα fish eyes

Fish eyes, είναι ελαττώματα στην επιφάνεια που προκύπτουν όταν μη τηγμένο υλικό ωθείται με το ρεύμα τήγματος εντός της κοιλότητας και εμφανίζονται στην επιφάνεια του χυτευμένου τμήματος.



Σχήμα 3.21: Δημιουργία fish eyes στην επιφάνεια του αντικειμένου

Αιτίες που το προκαλούν:

- Χαμηλή θερμοκρασία τήξης.
Εάν η θερμοκρασία του τήγματος είναι πολύ χαμηλή για να λιώσει το υλικό εντελώς, τα μη τηγκόμενα σφαιρίδια θα συγχωνευθούν με το ρεύμα τήγματος, χαλώντας την επιφάνεια του τμήματος.
- Πάρα πολλά απορρίμματα.
Το σχήμα και το μέγεθος των είναι απορριμμάτων είναι ακανόνιστο σε σύγκριση με το αρχικό υλικό, και μπορεί να παγιδεύουν περισσότερο αέρα και να προκαλέσουν ανομοιογενή μείγμα του υλικού.
- Μη συμβατά υλικά αναμειγνύονται μαζί.
- Χαμηλή ταχύτητα περιστροφής του κοχλία.
Αν η ταχύτητα περιστροφής του κοχλία και η ρύθμιση της back pressure είναι υπερβολικά χαμηλές, ενδέχεται να μην υπάρχει αρκετή θέρμανση τριβής για να λιώσει το υλικό εντελώς στο βαρέλι πριν από την έγχυση.

Διορθωτικά Μέτρα:

- Μειώστε τα απορρίμματα υλικού.
Επικοινωνήστε με τους προμηθευτές υλικών για να πάρετε τα συνιστώμενα επίπεδα απορριμμάτων για να τα χρησιμοποιήσετε.
- Βελτιστοποίηση της θερμοκρασίας τήξης.
- Τροποποίηση του σχεδιασμού κοχλία.

Επικοινωνήστε με τους προμηθευτές υλικού / μηχανής για να πάρετε τις σωστές πληροφορίες σχεδιασμού κοχλία για να αποφύγετε άσκοπη τήξη μείγματος ή υπερθέρμανση που οδηγεί σε υποβάθμιση υλικού.

3.3.10 Λύνοντας προβλήματα flashing

Flashing συμβαίνει όταν ένα λεπτό στρώμα υλικού εξωθείται από την κοιλότητα του καλουπιού κατά τη γραμμή διαχωρισμού ή από τους εξολκείς τοποθεσίας. Αυτή η περίσσεια του υλικού παραμένει προσκολλημένη στο χυτευμένο αντικείμενο, και κανονικά πρέπει να αφαιρεθεί με το χέρι.



Σχήμα 3.22: Δημιουργία Flushing που είναι προσκολλημένο στο αντικείμενο

Αιτίες που το προκαλούν:

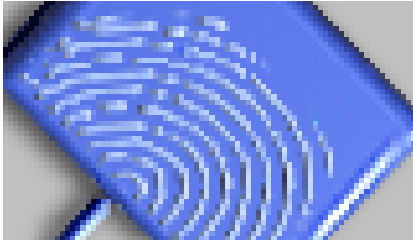
- Η φθαρμένη ή η κακή τοποθέτηση των κοιλοτήτων/ πλάκων των καλουπιών.
Συμπεριλαμβανομένων, παραμορφώσεις στις πλάκες του καλουπιού και τα εμπόδια (γράσο, βρωμιά, τα συντρίμματα).
- Η ανεπαρκής δύναμη σύσφιξης.
Η δύναμη σύσφιξης της μηχανής πρέπει να είναι μεγαλύτερη από την πίεση στην κοιλότητα (δηλαδή, δύναμη σύσφιξης ανοίγματος), να συγκρατεί επαρκώς τις πλάκες καλουπιού κλειστές.
- Υπερπλήρωση.
Τα τμήματα της υπερπλήρωσης προκαλούν αυξημένη τοπική πίεση.
- Μη βέλτιστες συνθήκες χύτευσης.
Συμπεριλαμβανομένων των, ιξώδες υλικό, ρυθμό έγχυσης, και το σύστημα δρομέα. Για παράδειγμα, η υψηλή θερμοκρασία τήξης, η οποία καθιστά λιγότερο ιξώδες το τήγμα.
- Ακατάλληλος εξαερισμός.
Ένα ακατάλληλα σχεδιασμένο σύστημα εξαερισμού, ένα πολύ αδύνατο σύστημα εξαερισμού ή ένα σύστημα εξαερισμού το οποίο είναι πάρα πολύ βαθύ.

Διορθωτικά Μέτρα:

- Βεβαιωθείτε για τη σωστή τοποθέτηση των πλάκων.
Ρυθμίστε το καλούπι για να σφραγίσει σωστά. Καθαρίστε το μηχάνημα από τυχόν εμπόδια. Προσθέστε υποστήριξη πυλώνα ή πυκνώστε τις πλάκες της μήτρας αν υπάρχει οποιαδήποτε παραμόρφωση της πλάκας καλουπιού κατά τη διάρκεια της διαδικασίας χύτευσης.
- Αποφύγετε την υπερπλήρωση.
- Επιλέξτε μηχάνημα με μεγαλύτερη δύναμη σύσφιξης.
- Κατάλληλος εξαερισμός.
Χρησιμοποιήστε το συνιστώμενο μέγεθος υλικού εξαερισμού από τον προμηθευτή.
- Βελτιστοποίηση συνθηκών επεξεργασίας.
Μειώστε τις πιέσεις και το shot μέγεθος στο ελάχιστο αναγκαίο.

3.3.11 Λύνοντας προβλήματα flow marks

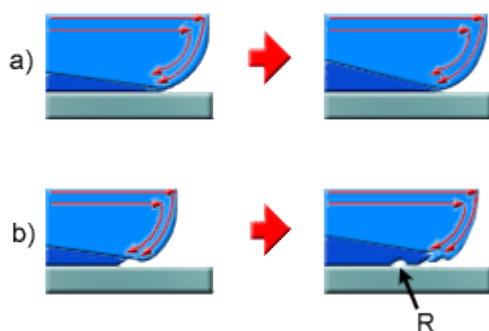
Ένα σημάδι ροής (flow marks), είναι ένα ελάττωμα στην επιφάνεια στην οποία κυκλικές διακυμάνσεις ή κυματίδια εμφανίζονται κοντά στην πύλη. Οι κυματισμοί, ένα παρόμοιο ελάττωμα, εμφανίζονται ως μικρές δακτυλικά αποτυπώματα, όπως τα κύματα κοντά στην άκρη ή στο τέλος της ροής.



Σχήμα 3.23: Δημιουργία κυκλικών διακυμάνσεων κοντά στη πύλη

Αιτίες που το προκαλούν:

- Το υλικό ψύχετε κοντά στην πύλη.
Χαμηλή τήξη και θερμοκρασία του καλουπιού και χαμηλή ταχύτητα εμβόλου μπορούν να οδηγήσουν σε κρύο υλικό που εισέρχεται στην κοιλότητα. Το μερικώς στερεοποιημένο υλικό παίρνει τη μορφή του προτύπου ροής.



Σχήμα 3.24: Ροή με και χωρίς κυματισμούς

Όπου:

a= Κανονική ροή χωρίς κυματισμούς.

b= Ροή που προκαλεί κυματισμούς (R).

- Ανεπαρκής υλική αποζημίωση.
Πρόωρο ξεπάγωμα της πύλης ή χαμηλή πίεση πλήρωσης δεν μπορεί να πληρώσει την κοιλότητα σωστά. Το υλικό κοντά στην πύλη τότε παγώνει ενώ διατηρείται η μορφή του μοτίβου ροής.

Διορθωτικά Μέτρα:

- Βελτιστοποιείτε το cold well .
Σχεδιάστε το cold well στο σύστημα δρομέα για να παγιδεύσει το κρύο υλικό κατά τη διάρκεια της φάσης πλήρωσης. Το κατάλληλο μήκος του cold well είναι συνήθως ίσο με εκείνο της διαμέτρου του δρομέα.

- Βελτιστοποίηση σχεδιασμού του συστήματος δρομέα.
Περιοριστικός σχεδιασμός του συστήματος δρομέα μπορεί να οδηγήσει σε πρόωρο ξεπάγωμα της πύλης. Μπορεί, ωστόσο, να αυξήσει τη διάτμηση θέρμανσης για καλύτερη ροή του τήγματος.
- Αυξήστε το μείγμα και τη θερμοκρασία τήξης.
- Βελτιστοποίηση της πίεσης πλήρωσης.

3.3.12 Λύνοντας προβλήματα υδροβολής

Υδροβολή συμβαίνει όταν το τήγμα του πολυμερούς ωθείται με μίαν υψηλή ταχύτητα μέσω περιοριστικών περιοχών, όπως το ακροφύσιο, δρομέας, ή πύλη, σε ανοικτές, παχύτερες περιοχές, χωρίς να σχηματίζει επαφή με τα τοιχώματα του καλουπιού. Το καμπτόμενο ρεύμα υδροβολής προκαλεί σημεία επαφής που σχηματίζονται μεταξύ των λιωμένων πτυχών στον πίδακα, δημιουργώντας μικρής κλίμακας συγκολλήσεις.

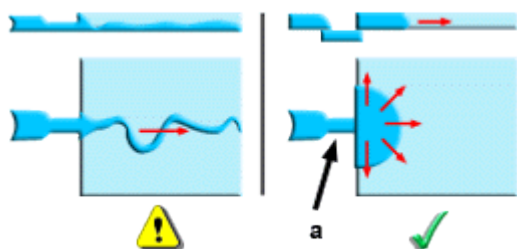
Υδροβολή οδηγεί σε αδυναμία του κομματιού, κηλίδες επιφάνειας και ένα πλήθος εσωτερικών ελαττωμάτων.

Αιτίες που το προκαλούν:

- Η υπερβολική ταχύτητα εμβόλου.
- Η κακή θέση της πύλης.
Η έλλειψη επαφής με την τήξη του καλουπιού επιτρέπει στην υδροβολή να συμβεί.
- Ανεπαρκής θερμότητα στον σχεδιασμό του συστήματος δρομέα.

Διορθωτικά Μέτρα:

- Βελτιστοποίηση του σχεδιασμού και θέσης της πύλης.
Κατευθύνετε την τήξη ενάντια σε μεταλλική επιφάνεια με την επανατοποθέτηση της πύλης ή να χρησιμοποιήσετε μίαν επικάλυψη ή μίαν υποβρύχια πύλη.
Χρησιμοποιήστε ένα ανεμιστήρα πύλης για να επιβραδύνει την τήξη με μια βαθμιαία αποκλίνοντος χώρου ροή. Αυτό μειώνει την τάση διάτμησης του τήγματος και το ρυθμό διάτμησης.



Σχήμα 3.25: Χρησιμοποίηση επικαλυπτόμενης πύλης για τη βελτιστοποίηση του σχεδιασμού της

Όπου:

a= Επικαλυπτόμενη πύλη

- Βελτιστοποίηση του προφίλ ταχύτητας εμβόλου.

Χρησιμοποιήστε ένα βελτιστοποιημένο προφίλ ταχύτητας εμβόλου, έτσι ώστε η ταχύτητα τήξης μπροστά να είναι αρχικά αργή όταν η τήξη περνά μέσα από την πύλη, και στη συνέχεια να αυξάνεται μόλις επιτευχθεί μια διασκορπισμένη ροή.

Επίλυση ενός προβλήματος μπορεί συχνά να προκαλέσει άλλα προβλήματα στη διαδικασία χύτευσης με έγχυση. Κάθε επιλογή απαιτεί ως εκ τούτου εξέταση όλων των σχετικών πτυχών των προδιαγραφών σχεδιασμού του καλουπιού.

3.3.13 Λύνοντας προβλήματα short shot

Short shot είναι η ατελής πλήρωση μιας κοιλότητας καλουπιού η οποία οδηγεί στην παραγωγή ενός ημιτελούς τμήματος. Εάν ένα κομμάτι παρουσιάσει short shot, το πλαστικό δεν γεμίζει την κοιλότητα. Η ροή παγώνει ανοικτά πριν από όλες τις διαδρομές ροής που έχουν γεμίσει.



Σχήμα 3.26: Ατελής πλήρωση μιας κοιλότητας του καλουπιού

Για να εξασφαλιστεί ότι το τελικό κομμάτι είναι καλής ποιότητας, θα πρέπει επίσης να πληρώνεται επαρκώς με πλαστικό. Ως εκ τούτου, το ερώτημα που τίθεται είναι όχι μόνο, «Θα πληρωθεί το κομμάτι;», αλλά, «Μπορεί να κατασκευαστεί ένα καλής ποιότητας κομμάτι;».

Αιτίες που το προκαλούν:

- Περιορισμοί ροής.
Λόγω παγώματος των καναλιών ή ακατάλληλου σχεδιασμού του δρομέα.



- Hesitation και μακριών ή πολύπλοκων διαδρομών ροής.



- Ο ανεπαρκής εξαερισμός.
Η πίεση επιστροφής (back pressure) λόγω μη εξαερισμού των παγίδων αέρα, μπορεί να προκαλέσει short shot.



- Χαμηλή τήξη ή/και θερμοκρασία του καλουπιού.
- Ανεπάρκεια του υλικού που εισέρχεται στην κοιλότητα.
Μια μηχανή μικρού μεγέθους, μικρού όγκου βολής (shot volume), ή ανεπαρκούς ταχύτητας εμβόλου.
- Ελαττώματα μηχανής.
Συμπεριλαμβανομένων μιας άδειας χοάνης ή μιας φθαρμένης αντεπίστροφης βαλβίδας που προκαλεί απώλεια της πίεσης ή διαρροής του όγκου.

Διορθωτικά Μέτρα:

Πριν να δοκιμάσετε μία από τις μεθόδους που αναφέρονται παρακάτω, ελέγξτε όλα τα άλλα αποτελέσματα, έτσι ώστε να γνωρίζετε την ακριβή αιτία του φαινομένου short shot.

- Αποφύγετε το Hesitation.
- Εξαλείψτε τις παγίδες αέρα.
Αν υπάρχουν παγίδες αέρα, πρέπει να τοποθετούνται σε περιοχές που μπορούν εύκολα να εξαερώνονται ή να προστεθούν εξολκείς έτσι ώστε να μπορεί να αφαιρεθεί σωστά ο αέρας.
- Αυξήστε το μείγμα και τη θερμοκρασία τήξης.
Αυτό θα μειώσει το ιξώδες του τήγματος, πράγμα που το καθιστά ευκολότερο να ρέει διαμέσου του κομματιού.
- Αυξήστε την ταχύτητα εμβόλου.
Αυτό μπορεί να προκαλέσει μεγαλύτερη διάτμηση θέρμανσης, το οποίο μπορεί να μειώσει το ιξώδες του τήγματος, πράγμα που το καθιστά ευκολότερο να ρέει διαμέσου του κομματιού.
- Αλλάξτε τη γεωμετρία του κομματιού.
Ισορροπήστε τις διαδρομές ροής, έτσι ώστε να συμπληρωθούν σε ίσο χρόνο και ίση πίεση. Μπορεί να χρειαστεί να κάνετε πιο παχιά τα λεπτά τμήματα, ή να μειώσετε την πολυπλοκότητα μιας διαδρομής ροής.
- Κάντε αλλαγή στο υλικό.
Επιλέξτε ένα λιγότερο παχύρρευστο υλικό (με υψηλότερο ρυθμό ροής τήγματος). Με την επιλογή ενός υλικού με ένα υψηλότερο ρυθμό ροής τήγματος, λιγότερη πίεση έγχυσης θα πρέπει να γεμίσει το κομμάτι.
- Αυξήστε τη μέγιστη πίεση έγχυσης για αυτό το κομμάτι.

3.3.14 Λύνοντας προβλήματα sink marks και voids(κενών)

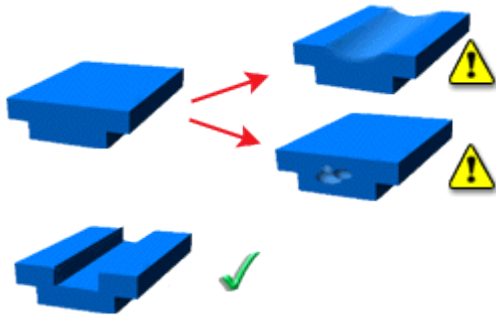
Sink marks και voids, και τα δύο προέρχονται από τοπική συρρίκνωση του υλικού σε παχιά τμήματα χωρίς επαρκή αποζημίωση.

Sink Marks

Εμφανίζονται ως εσοχές στην επιφάνεια του χυτευμένου τμήματος. Αυτές οι κοιλότητες είναι συνήθως πολύ μικρές. Ωστόσο, είναι συχνά αρκετά ορατές, επειδή αντανακλούν το φως σε διαφορετικές κατευθύνσεις στο κομμάτι. Η ορατότητα των sink marks είναι μία συνάρτηση του χρώματος του κομματιού καθώς και η επιφανειακή υφή του άρα το βάθος είναι το μοναδικό κριτήριο. Παρά το γεγονός ότι τα sink marks δεν επηρεάζουν την αντοχή ή τη λειτουργία του κομματιού, θεωρείται ότι είναι σοβαρά ποιοτικά ελαττώματα.

Voids

Είναι οπές που περικλείονται μέσα σε ένα κομμάτι. Αυτά μπορεί να είναι μία μοναδική οπή ή μία ομάδα από μικρότερες οπές. Τα κενά προκαλούνται όταν η εξωτερική επιφάνεια του κομματιού είναι αρκετά άκαμπτη για να αντιστέκεται στις δυνάμεις συρρίκνωσης αποτρέποντας έτσι κατάθλιψη στην επιφάνεια. Αντ' αυτού, ο πυρήνας του υλικού θα συρρικνωθεί, δημιουργώντας έτσι κενά στο εσωτερικό του κομματιού. Τα κενά μπορεί να έχουν σοβαρές επιπτώσεις στη δομική απόδοση του κομματιού.



Σχήμα 3.27: Δημιουργία οπών στο εσωτερικό του αντικειμένου

Αιτίες που το προκαλούν:

Τα sink marks προκαλούνται κυρίως από τη θερμική συστολή (συρρίκνωση) κατά την ψύξη. Αφού το υλικό στο εξωτερικό έχει ψυχθεί και στερεοποιηθεί, το υλικό του πυρήνα αρχίζει να ψύχεται. Η συρρίκνωση του τραβάει την επιφάνεια του κύριου τοιχώματος προς τα μέσα, προκαλώντας ένα sink mark. Αν η επιφάνεια είναι αρκετά άκαμπτη, η παραμόρφωση της επιφάνειας μπορεί να αντικατασταθεί με σχηματισμό ενός κενού(void) στον πυρήνα.

- Εντοπισμένα γεωμετρικά χαρακτηριστικά.
Sink marks συμβαίνουν συνήθως σε καλούπια με παχύτερα τμήματα, ή σε θέσεις απέναντι από τα πλευρά, τα bosses ή στα εσωτερικά φιλέτα.
- Υψηλή ογκομετρική συρρίκνωση.
- Ανεπαρκής υλική αποζημίωση.
- Πρόωρο ξεπάγωμα της πύλης ή χαμηλή πίεση πλήρωσης δεν μπορεί να πληρώσει την κοιλότητα σωστά.
- Σύντομη πλήρωση ή χρόνος ψύξης.
- Υψηλή τήξη ή/και θερμοκρασία του καλουπιού.

Διορθωτικά Μέτρα:

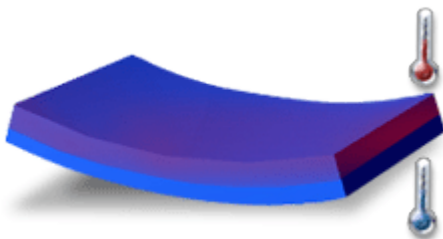
- Βελτιστοποίηση του προφίλ της πλήρωσης.
Καθώς εμφανίζονται sink marks κατά τη διάρκεια της πλήρωσης, ο πιο αποτελεσματικός τρόπος για τη μείωση ή την εξάλειψή τους είναι να ελέγχεται η πίεση πλήρωσης σωστά. Για τον προσδιορισμό των επιπτώσεων της πλήρωσης στα sink marks, χρησιμοποιήστε ένα πακέτο προσομοίωσης όπως το Moldflow Plastics Insight.
- Αλλάξτε τη γεωμετρία του κομματιού.
Μεταβάλλετε το σχεδιασμό του κομματιού για να αποφύγετε παχιά τμήματα και να μειώσετε το πάχος όλων των χαρακτηριστικών που διασταυρώνονται με την κύρια επιφάνεια.
- Μειώστε την ογκομετρική συρρίκνωση.
- Αλλάξτε τις πύλες για τις προβληματικές περιοχές.
Αυτό επιτρέπει σε αυτά τα τμήματα να έχουν πληρωθεί πριν από τα λεπτότερα τμήματα μεταξύ της πύλης και το πάγωμα των προβληματικών περιοχών.
- Βελτιστοποίηση σχεδιασμού του συστήματος δρομέα.
Περιοριστικός σχεδιασμός του συστήματος δρομέα μπορεί να οδηγήσει σε πρόωρο ξεπάγωμα της πύλης.
- Αλλάξτε το υλικό.

3.3.15 Λύνοντας προβλήματα στρέβλωσης (warpage)

Στρέβλωση συμβαίνει όταν υπάρχουν διακυμάνσεις των εσωτερικών τάσεων στο υλικό που προκαλούνται από μια μεταβολή στη συρρίκνωση. Στρεβλωμένα μέρη δεν μπορεί να είναι λειτουργικά ή οπτικά αποδεκτά.

Αιτίες που το προκαλούν:

- Μη ομοιόμορφη ψύξη.
Διαφορές θερμοκρασίας από τη μίαν πλευρά της μήτρας προς την άλλη μπορεί να οδηγήσουν σε στιβάδες κατάψυξη και συρρίκνωσης σε διαφορετικούς χρόνους και δημιουργίας εσωτερικών καταπονήσεων.



Σχήμα 3.28: Δημιουργία στρέβλωσης λόγω μη ομοιόμορφης ψύξης

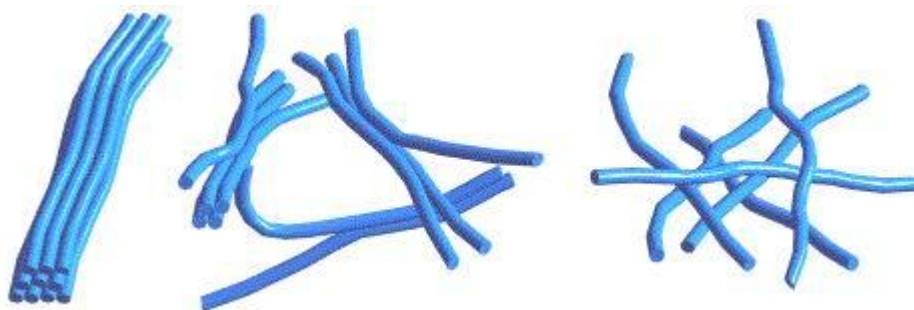
- Ασυνεπής συρρίκνωση.
- Προκύπτει από: α) Μεταβολή υλικού όπως μεταβολές ιδιοτήτων, ποικίλα σε περιεκτικότητα υγρασία, ασυνεπής τήξη και το χρωματισμό. β) Παραλλαγή στις συνθήκες διαδικασίας, όπως ασυνεπής πλήρωση διαφορετικό μείγμα και θερμοκρασία τήξης. γ) Διαφοροποιήσεις της μηχανής, όπως ένας κατεστραμμένος δακτύλιος ελέγχου και ασταθής ελεγκτής.

Διορθωτικά Μέτρα:

- Ελαχιστοποίηση της διαφορικής συρρίκνωσης.
- Ελαχιστοποίηση στις συνέπειες του προσανατολισμού.
Τοποθετήστε τις πύλες για μονής διεύθυνσης ροή, και να τροποποιήσετε το πάχος του κομματιού.
- Αλλάξτε τη γεωμετρία του κομματιού.
Προσθέστε χαρακτηριστικά όπως, ενισχυτικές νευρώσεις για το σχεδιασμό. Μεταβάλλετε το σχεδιασμό του κομματιού για να αποφύγετε παχιά τμήματα και να μειώσετε το πάχος όλων των χαρακτηριστικών που διασταυρώνονται με την κύρια επιφάνεια.
- Χρησιμοποιήστε λεπτότερα τμήματα τοιχωμάτων με νευρώσεις.
Χοντρύνετε μόνο εκείνα τα τμήματα του τοιχώματος που απαιτούν επιπλέον υλικό για την δομική σταθερότητα και ότι δεν μπορεί να ενισχυθεί με τη χρήση άλλης μεθόδου.
- Αλλάξτε το υλικό.
Τα ημικρυσταλλικά έχουν φυσικά υψηλότερη συρρίκνωση και κατά συνέπεια είναι περισσότερο επιρρεπή σε στρέβλωση.

3.4 Θεωρία Κρυσταλλικότητας

Τα μόρια των πλαστικών είναι μεγάλες αλυσίδες ατόμων. Όπως φαίνεται και στην παρακάτω εικόνα (σχ. 3.29) οι αλυσίδες μακρομορίων μπορούν να διαταχθούν συμμετρικά (κρυσταλλικά), τυχαία (άμορφα), ή να περιέχουν τμήματα των δύο προηγούμενων διατάξεων (ημι-κρυσταλλικά).



Σχήμα 3.29: Διάταξη αλυσίδων μακρομορίων

Εάν ένα αντικείμενο συρρικνωθεί ομοιόμορφα προς όλες τις κατευθύνσεις τότε δεν υπάρχει πιθανότητα να παραμορφωθεί. Αντίθετα, ένα αντικείμενο με ανομοιόμορφη συρρίκνωση πολύ πιθανόν να παραμορφωθεί.

Τα ημικρυσταλλικά υλικά έχουν την τάση προς κρυσταλλοποίηση. Ο βαθμός κρυσταλλοποίησης στη σχηματοποίηση με καλούπι επηρεάζεται από το βαθμό ψύξης του τήγματος. Όσο γρηγορότερα το τήγμα ψυχθεί τόσο μικρότερη θα είναι η κρυσταλλοποίηση του πλαστικού και το αντίθετο. Εάν κάποια τμήματα του αντικειμένου ψύχονται με μικρότερο βαθμό, τότε αυτά θα αποκτήσουν υψηλότερη κρυσταλλική δομή, και ως εκ τούτου μεγαλύτερο βαθμό συρρίκνωσης.

Δύο είναι οι κυριότεροι παράγοντες που επιδρούν στο πόσο γρήγορα παγώνει το τήγμα:

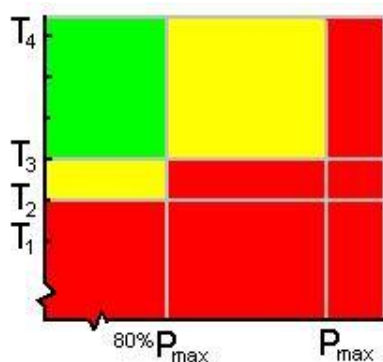
- Θερμοκρασία του καλουπιού.

Όσο υψηλότερη είναι η θερμοκρασία του καλουπιού τόσο περισσότερο θα διαρκέσει η ψύξη του τήγματος.

- Γεωμετρία του καλουπιού.

Πολύ συχνά οι λεπτότερες περιοχές του αντικειμένου ψύχονται σχετικά γρήγορα και έτσι έχουν μικρότερο βαθμό συρρίκνωσης σε σχέση με τις παχύτερες περιοχές που ψύχονται πιο αργά. Στα θερμοπρεσαριστά αντικείμενα οι παχύτερες περιοχές έχουν την τάση να ψύχονται πιο σιγά από τις λεπτότερες και έτσι αποκτούν υψηλότερη κρυσταλλική συνοχή, άρα και υψηλότερη ογκομετρική συστολή. Αντίθετα τα λεπτά τμήματα ψύχονται πολύ γρήγορα και έτσι έχουν μικρότερη κρυσταλλική συνοχή και μικρότερη ογκομετρική συστολή από αυτήν που προβλεπόταν.

Η ανάλυση εμπιστοσύνης της πλήρωσης υπολογίζεται από τα αποτελέσματα ανάλυσης της θερμοκρασίας και της πίεσης. Σε περίπτωση που ένα αντικείμενο έχει κίτρινες και κόκκινες περιοχές στο αποτέλεσμα εμπιστοσύνης της πλήρωσης, τότε θα πρέπει να ελεγχθούν προσεκτικά τα αποτελέσματα της ανάλυσης πίεσης και θερμοκρασίας για να εντοπιστεί το πρόβλημα. Η αλληλεπίδραση πίεσης και θερμοκρασίας παρουσιάζεται στο παρακάτω διάγραμμα(σχ. 3.30).



Σχήμα 3.30: Ανάλυση εμπιστοσύνης της πλήρωσης

T1= η θερμοκρασία του ψυχθέντος πολυμερούς.

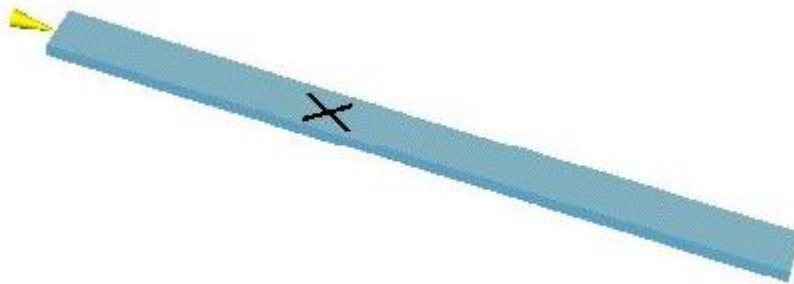
T4= η θερμοκρασία του εγχεόμενου πολυμερούς.

Οι θερμοκρασίες στο διάγραμμα ορίζονται χρησιμοποιώντας τις δύο ακραίες θερμοκρασίες του πολυμερούς T1,T4. Οι άλλες δύο θερμοκρασίες προκύπτουν από τη διαφορά των T1,T4. Αυτή η διαφορά χωρίζεται σε τέσσερα ίσα μέρη όπως φαίνεται στο διάγραμμα. Δηλαδή η T2 είναι 20% υψηλότερη από την T1 και η T3 20% ψηλότερη από την T2 .

Οι άξονες δείχνουν αναλογία και όχι πραγματικές θερμοκρασίες ή πιέσεις. Σημειώστε τις ασυνέχειες στο κατώτερο άκρο κάθε άξονα. Οι πέντε υποδιαιρέσεις του άξονα χρόνου είναι ίσες.

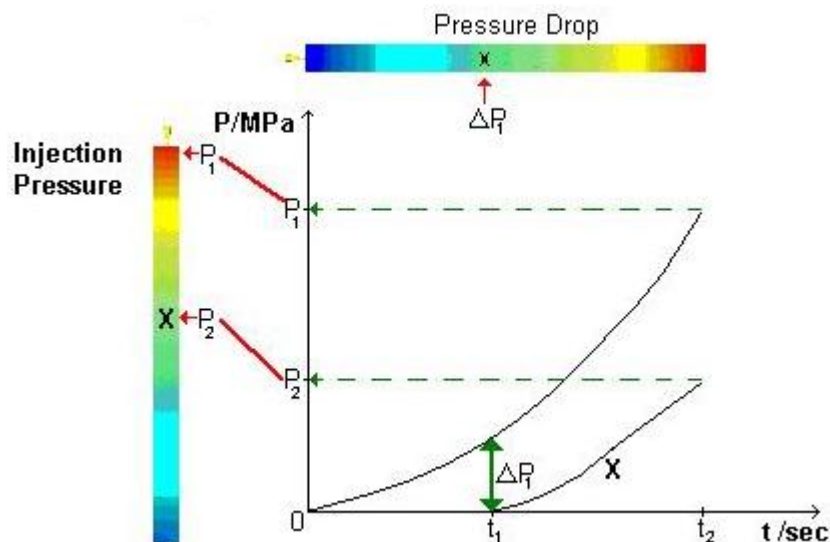
Καθώς ένα αντικείμενο γεμίζει με πλαστικό κάθε σημείο του έχει και μια χαρακτηριστική καμπύλη πίεσης. Αυτό σημαίνει ότι για κάθε σημείο του αντικειμένου μπορεί να σχεδιαστεί

ένα γράφημα για να καταδειχθεί το πως αλλάζει η πίεση στο συγκεκριμένο σημείο με την πάροδο του χρόνου. Το παρακάτω παράδειγμα (σχ. 3.31) έχει μια μόνο θέση εγχύσεως πολυμερούς στην άκρη.



Σχήμα 3.31: Πολυμερές με μία μόνο θέση εγχύσεως στην άκρη

Το ακόλουθο γράφημα (σχ. 3.32) δείχνει πως μεταβάλλεται η πίεση στο χρόνο τόσο στη θέση εγχύσεως όσο και στο σημείο που προσδιορίζεται με το σύμβολο **X**.



Σχήμα 3.32: Διάγραμμα μεταβολής της πίεσης στη θέση εγχύσεως και σε ένα τυχαίο σημείο

Το παραπάνω γράφημα αναπαριστά το πως υπολογίζει το Plastic Advisor τα αποτελέσματα. Το αποτέλεσμα Πίεσης Εγχύσεως φαίνεται στο τέλος της πλήρωσης (δηλαδή στο χρόνο t_2) και για κάθε σημείο του αντικειμένου. Η πίεση στο τέλος της πλήρωσης και στη θέση που είναι σημειωμένη με **X** είναι P_2 . Το αποτέλεσμα της πίεσης εγχύσεως σημειώνεται με έντονο χρώμα και μετριέται σε Mpa.

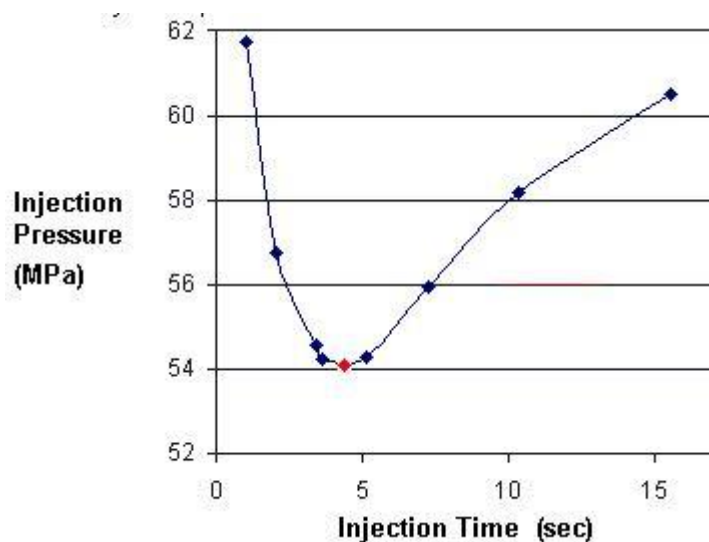
Το αποτέλεσμα πτώσης πίεσης μπορεί να διαβαστεί μετακινώντας το δρομέα στο αντίστοιχο σημείο του αντικειμένου. Η διαφορά πίεσης μεταξύ του σημείου **X** και της θέσης εγχύσεως πολυμερούς καθώς προχωράει η διαδικασία φαίνεται στο αποτέλεσμα πτώσης πίεσης. Η αριθμητική τιμή είναι υπογραμμισμένη με χρώμα και η πίεση είναι σε Mpa. Όπως γίνεται αντιληπτό η πτώση πίεσης στη θέση εγχύσεως είναι πάντα μηδέν.

Ο χρόνος πλήρωσης είναι ο χρόνος που χρειάζεται για να γεμίσει το καλούπι. Εκτελώντας την ανάλυση σε ένα αντικείμενο μπορεί να δοθεί εντολή στο πρόγραμμα να υπολογίζει

αυτόματα το χρόνο πλήρωσης ή να ορισθεί ένας συγκεκριμένος χρόνος για το τέλος της κατεργασίας. Υπάρχει προεπιλογή έτσι ώστε το Plastic Advisor να υπολογίζει το χρόνο πλήρωσης αυτόματα.

Εάν επιλεγθεί ο Αυτόματος Υπολογισμός Χρόνου Πλήρωσης (Auto Injection Time) στο παράθυρο Ορισμού Υλικών (Specify Materials dialog), το πρόγραμμα θα υπολογίσει το χρόνο πλήρωσης προκειμένου η πίεση εξώθησης του πλαστικού να είναι όσο το δυνατόν μικρότερη.

Το γράφημα (σχ. 3.33) παρουσιάζει τα αποτελέσματα από εννέα αναλύσεις στο ίδιο αντικείμενο. Τα μπλε σημεία αναπαριστούν τις αναλύσεις για τις οποίες ορίστηκε συγκεκριμένος χρόνος πλήρωσης. Το κόκκινο σημείο δείχνει το αποτέλεσμα της ανάλυσης με επιλεγμένο τον Αυτόματο Υπολογισμό Χρόνου Πλήρωσης και δείχνει καθαρά τη χαμηλότερη πίεση εξώθησης για αυτό το αντικείμενο.



Σχήμα 3.33: Διάγραμμα πίεσης εγχύσεως – χρόνου εγχύσεως

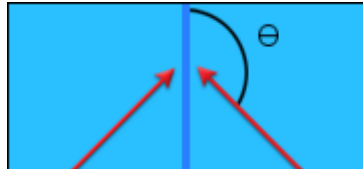
Η σχέση της πίεσης εξώθησης και του χρόνου πλήρωσης έχει δύο παραμέτρους. Αρχικά, καθώς ο χρόνος πλήρωσης αυξάνεται, η πίεση που απαιτείται για να εξαναγκάσει το λιωμένο πλαστικό να κινηθεί μέσα στο καλούπι μειώνεται. Δεύτερον, καθώς ο χρόνος πλήρωσης αυξάνεται ένας άλλος παράγοντας επιδρά στην καμπύλη. Καθώς ο βαθμός ροής του λιωμένου πλαστικού μειώνεται, μειώνεται και η θερμοκρασία του. Αυτό συμβαίνει γιατί όταν η ροή επιβραδύνεται μειώνεται η θέρμανση λόγω τριβής. Η μείωση στη θερμοκρασία του πλαστικού αυξάνει επίσης το ιξώδες του, που με τη σειρά του μειώνει τη ρευστότητα του υλικού, απαιτώντας τελικά περισσότερη πίεση για την πλήρωση του αντικειμένου. Αναλύοντας ένα αντικείμενο με επιλεγμένο τον Αυτόματο Χρόνο Πλήρωσης, το Plastic Advisor βρίσκει το χρόνο πλήρωσης που ελαχιστοποιεί την πίεση εξώθησης.

Εάν επιλεγθεί συγκεκριμένος χρόνος πλήρωσης, η αναφορά των αποτελεσμάτων θα δίνει ένα πραγματικό χρόνο πλήρωσης ο οποίος είναι ελαφρά μεγαλύτερος. Ο επιπλέον χρόνος χρειάζεται για να υπολογιστεί η συμπιεστικότητα του υλικού.

4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΚΑΙ ΕΞΑΓΩΓΗ ΤΟΥΣ ΣΤΟ Μ.Ρ.Ι

4.1 Γραμμές Σύνδεσης

Το αποτέλεσμα αυτό, της ανάλυσης δηλώνει την παρουσία και τη θέση γραμμών ένωσης του λιωμένου υλικού στο αντικείμενο. Οι γραμμές αυτές εντοπίζονται σε περιοχές όπου συγκλίνουν δύο μέτωπα ροής και η παρουσία τους δηλώνει αδυναμία ή ελαττωματική παραμόρφωση του αντικειμένου.



Σχήμα 4.1: Γωνίες σύγκλισης μετώπων ροής και δημιουργία γραμμών ένωσης (Weld lines)

Ο όρος weld line (γραμμές ένωσης) σημαίνει ταυτόχρονα γραμμές συγκόλλησης και γραμμές συγχώνευσης.

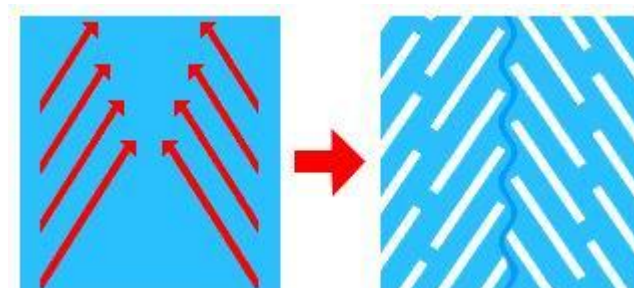
Διαφορά μεταξύ γραμμών συγκόλλησης και γραμμών συγχώνευσης.

Η διαφορά τους προσδιορίζεται από τη γωνία με την οποία συναντώνται τα δύο μέτωπα ροής.

Στο παραπάνω διάγραμμα παρουσιάζεται σε πιο σημείο τα δύο μέτωπα ροής (δηλώνονται με κόκκινο χρώμα) συναντώνται. Αν, η γωνία θ είναι λιγότερο από 45° σχηματίζεται γραμμή συγχώνευσης, ενώ αν είναι μεγαλύτερη από 45° σχηματίζεται γραμμή συγκόλλησης.

Όταν σχηματίζεται μια γραμμή συγκόλλησης, τα λεπτά ψυχρότερα στρώματα των μετώπων ροής συναντώνται, λιώνουν και τελικά ξανακρύνουν μαζί με το υπόλοιπο πολυμερές. Γι' αυτό ο προσανατολισμός του πλαστικού στη θέση συγκόλλησης είναι κάθετος στη διεύθυνση ροής. Η ακόλουθη προβολή παρουσιάζει τη διατομή σε ένα αντικείμενο στο οποίο σχηματίζεται μια γραμμή συγκόλλησης.

Η κόκκινη γραμμή εμφανίζεται όταν δύο μέτωπα ροής αναμιγνύονται υπό γωνία. Ο προσανατολισμός των μορίων πλαστικού είναι ως εκ τούτου περισσότερο ομοιόμορφος απ' ό,τι ο προσανατολισμός τους μετά τη δημιουργία μιας γραμμής συγκόλλησης. Το ακόλουθο διάγραμμα παρουσιάζει τη δημιουργία μιας γραμμής συγκόλλησης.



Σχήμα 4.2: Δημιουργία γραμμών συγκόλλησης

Το κόκκινο χρώμα δείχνει τη ροή πλαστικού και το άσπρο τον προσανατολισμό των μορίων πλαστικού μετά το σχηματισμό της γραμμής συγχώνευσης. Οι γραμμές συγχώνευσης είναι συνήθως ισχυρότερες από τις γραμμές συγκόλλησης και λιγότερο ορατές.

Οι γραμμές συγκόλλησης και συγχώνευσης σε ένα πλαστικό αντικείμενο μπορούν να προκαλέσουν δομικά προβλήματα και να το καταστήσουν οπτικά μη αποδεκτό (μπορεί να εμφανιστεί μια γραμμή, ρωγμή ή χρωματική αλλαγή στη συγκεκριμένη επιφάνεια). Γι' αυτό η εμφάνισή τους είναι ανεπιθύμητη και δημιουργούνται όταν το καλούπι έχει ανισόρροπες διαδρομές ροής. Αν δεν είναι δυνατή η αποφυγή δημιουργίας αυτών των γραμμών, θα πρέπει να τοποθετηθούν στη λιγότερο ευαίσθητη περιοχή του αντικειμένου. Ειδικότερα, καλύτερα να αποφεύγεται η δημιουργία τους σε περιοχές που θα υποστούν φόρτιση ή που πρέπει εμφανισιακά να είναι λείες. Αυτό επιτυγχάνεται αλλάζοντας την θέση έγχυσης του πολυμερούς ή αυξομειώνοντας το πάχος των τοιχωμάτων έτσι ώστε να αλλάξει ο χρόνος πλήρωσης. Όταν μεταβάλλεται ο χρόνος πλήρωσης τα μέτωπα ροής θα συναντηθούν σε διαφορετική θέση άρα θα μετακινηθεί και η γραμμή ένωσης.

Για την ελάττωση της εμφάνισης γραμμών συγκόλλησης και συγχώνευσης:

1. Εξετάζουμε τις περιοχές του αντικειμένου οι οποίες είναι ευαίσθητες σε φόρτιση και πρέπει να είναι λείες.
2. Προσδιορίζουμε τη θέση των γραμμών συγχώνευσης και συγκόλλησης.
3. Βελτιώνουμε το σχέδιο μετατοπίζοντας τις γραμμές σε μια αποδεκτή περιοχή (πιθανόν μετακινώντας τη θέση εγχύσεως του πολυμερούς).

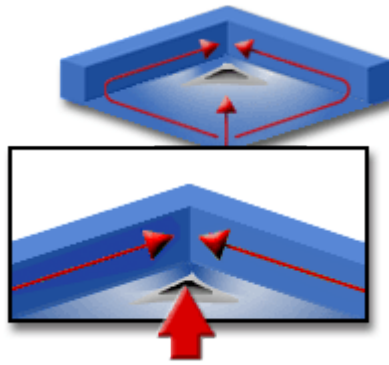
Οι συνθήκες κατεργασίας βοηθούν στον προσδιορισμό της ποιότητας της γραμμής συγκόλλησης ή συγχώνευσης που δημιουργήθηκε. Αποδεκτές γραμμές δημιουργούνται όταν η θερμοκρασία τήξης δεν είναι μικρότερη από 20° C της θερμοκρασίας έγχυσης. Οπότε ένα μεγάλο μέρος της ευθύνης επαφίεται στον υπεύθυνο χύτευσης.

4.2 Παγίδες Αέρα

Η αναφορά των παγίδων αέρα υποδεικνύει τις περιοχές όπου το ρευστό σταματάει στη σύγκλιση δύο μετώπων ροής ή στο τελευταίο σημείο της πλήρωσης, εκεί όπου μια φυσαλίδα αέρα παγιδεύεται. Οι φωτισμένες περιοχές στην αναφορά είναι θέσεις πιθανών παγίδων αέρα.

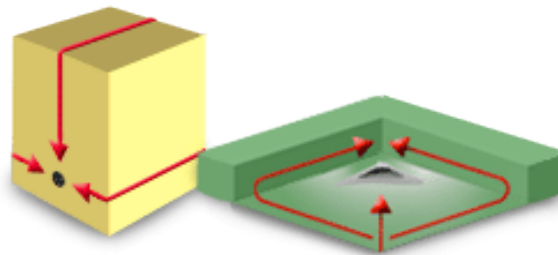
Οι παγίδες αέρα εμφανίζονται όταν τα συγκλίνοντα μέτωπα ροής περικυκλώνουν και παγιδεύουν μια φυσαλίδα αέρα. Αυτό συνήθως συμβαίνει όταν υπάρχουν ανισόρροπες διαδρομές ροής.

Το φαινόμενο του ιπποδρόμου μπορεί να αυξήσει τον ανταγωνισμό των μετώπων ροής μέσα στα λεπτά τοιχώματα παγιδεύοντας μια ποσότητα αέρα. Στο ακόλουθο παράδειγμα το πλαστικό ρέει γύρω από τη λεπτή άκρη παγιδεύοντας μια ποσότητα αέρα στη γωνία του αντικειμένου.



Σχήμα 4.3: Δημιουργία φυσαλίδας αέρα στην ακμή ενός αντικειμένου

Ένα άλλο πρόβλημα που μπορεί να δημιουργήσει παγίδες αέρα είναι η επιβράδυνση της ροής του πλαστικού όταν αυτό ρέει σε μια λεπτή διαδρομή. Στο ακόλουθο παράδειγμα το ανώτατο τοίχωμα είναι λεπτό, επιβραδύνοντας τη ροή του πλαστικού κατά μήκος αυτής της διαδρομής, με αποτέλεσμα την παγίδευση μιας ποσότητας αέρα στο κέντρο του μπροστινού τοιχώματος.



Σχήμα 4.4: Δημιουργία φυσαλίδας αέρα λόγω ανισόρροπης ροής

Για την ύπαρξη ανισόρροπης ροής δεν είναι αναγκαία η εμφάνιση επιβράδυνσης της ροής ή του φαινομένου του ιπποδρόμου. Σ' ένα αντικείμενο με ομοιόμορφο πάχος, οι διαστάσεις του αντικειμένου και ιδιαίτερα το μήκος των διαδρομών ροής ευθύνονται πολύ συχνά για την εμφάνιση των παγίδων αέρα. Ακόμα και σε ένα αντικείμενο με εξισορροπημένες ροές μπορούν να εμφανιστούν παγίδες αέρα λόγω ανεπαρκή εξαερισμού στο τέλος των διαδρομών ροής.

Οι παγίδες αέρα μπορούν να προκαλέσουν ατελή πλήρωση και φάσεις υπερπίεσης που ευθύνονται για επιφανειακές ατέλειες στο τελικό αντικείμενο. Ο αέρας που έχει παγιδευτεί μπορεί να συμπιεστεί, να ζεσταθεί και να δημιουργήσει στάμπες.

Για την αποτροπή εμφάνισης παγίδων αέρα εξισορροπούμε τις διαδρομές ροής :

- Χρησιμοποιώντας οδηγούς ροής ή εκτροπείς ροής.
- Αλλάζοντας το πάχος των τοιχωμάτων.
- Αλλάζοντας τις θέσεις εγχύσεως πολυμερούς.

Εάν οι παγίδες αέρα εξακολουθούν να υφίστανται τότε πρέπει να τοποθετηθούν σε περιοχές όπου είναι εύκολος ο αερισμός τους ή εκεί όπου μπορούν να εισαχθούν βελόνες εξαγωγής έτσι ώστε ο αέρας να απομακρυνθεί. Ωστόσο, να είστε προσεκτικοί όταν διαχέεται μέσω της

εξαγωγής ή από βελόνες εξαερισμού (vents) , καθώς αυτά μπορεί να δημιουργήσει προβλήματα απόφραξης που απαιτούν συντήρηση καλουπιών.

Βελόνες εξαερισμού (vents).

Ένας εξαερισμός είναι ένα μικρό κανάλι στο τέλος της διαδρομής ροής, που επιτρέπει στον αέρα να ξεφύγει από την κοιλότητα.

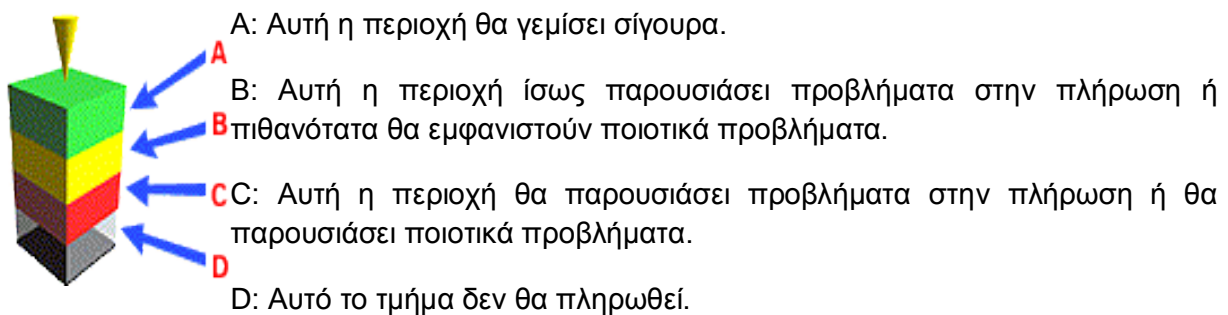


Σχήμα 4.5: Εξαερισμός στο τέλος της διαδρομής ροής

4.3 Εμπιστοσύνη της Πλήρωσης

Η αναφορά της ανάλυσης εμπιστοσύνης της πλήρωσης φανερώνει την πιθανότητα να γεμίσει μια περιοχή του καλουπιού με πλαστικό. Το αποτέλεσμα αυτό απορρέει από τα αποτελέσματα της πίεσης και της θερμοκρασίας.

Η κατάταξη γίνεται μέσω πολύχρωμης αναπαράστασης περιοχών του πλαστικού. Τα χρώματα που χρησιμοποιούνται στην αναφορά της εμπιστοσύνης της πλήρωσης παρουσιάζονται πιο κάτω με την ακόλουθη σειρά και ερμηνεία.



Σχήμα 4.6: Χρωματική απεικόνιση εμπιστοσύνης της πλήρωσης

Η χρήση αυτών των χρωμάτων αναλύεται εκτενέστερα στον σχολιασμό της παραγωγής της αναφοράς εμπιστοσύνης της πλήρωσης.

Εάν το καλούπι δεν γεμίσει, θα πρέπει να γίνουν αλλαγές είτε στο σχέδιο, είτε στην θέση έγχυσης, είτε στην επιλογή του πλαστικού είτε στις συνθήκες κατεργασίας. Παρόλα αυτά για την εξασφάλιση της ποιότητας του αντικειμένου το καλούπι πρέπει να πληρωθεί επαρκώς με πλαστικό. Για την εκτίμηση λοιπόν του αν ένα αντικείμενο προς σχηματοποίηση θα έχει ικανοποιητική ποιότητα, αναλογιστείτε ποια χρώματα είναι ορατά και σε πιο βαθμό το καθένα.

Χρησιμοποιώντας αυτές τις πληροφορίες το Plastic Advisor κατατάσσει τις επικίνδυνες περιοχές του αντικειμένου κλιμακωτά.

- Ολόκληρο πράσινο: Το αντικείμενο χυτεύεται εύκολα και η ποιότητα του είναι αποδεκτή.
- Λίγο κίτρινο: Το αντικείμενο ίσως χυτεύεται δύσκολα ή η ποιότητά του να μην είναι αποδεκτή. Καθώς το ποσοστό του κίτρινου αυξάνεται η δυσκολία χύτευσης του αντικειμένου αυξάνεται και παράλληλα μειώνεται η ποιότητα του αντικειμένου.
- Λίγο κίτρινο και κόκκινο: Το αντικείμενο είναι πολύ δύσκολο να χυτευθεί ή η ποιότητα θα είναι μη αποδεκτή. Καθώς το ποσοστό του κίτρινου και κόκκινου αυξάνεται η δυσκολία χύτευσης του αντικειμένου αυξάνεται και παράλληλα μειώνεται η ποιότητα του αντικειμένου.
- Ημιδιαφανές: Το αντικείμενο δεν μπορεί να χυτευθεί γιατί θα παρουσιαστεί κενό στην πλήρωση.

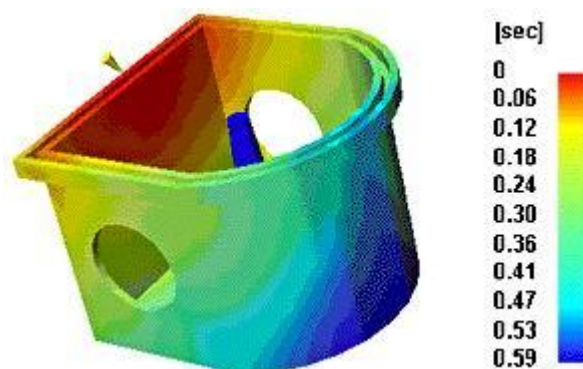
Σημείωση

Μπορείτε να επιλέξετε ποια επίπεδα της αναφοράς εμπιστοσύνης της πλήρωσης θα παρουσιάζει το πρόγραμμα χρησιμοποιώντας τον κατάλογο επιλογής (δεξί κλικ στο κυρίως παράθυρο).

4.4 Χρόνος Πλήρωσης

Αυτή η αναφορά παρουσιάζει τη διαδρομή ροής του πλαστικού μέσα στο καλούπι. Κάθε χρώμα αντιπροσωπεύει τα διάφορα τμήματα του αντικειμένου που γεμίζουν στον ίδιο χρόνο. Μια ανολοκλήρωτη κατεργασία (ένα κομμάτι του αντικειμένου που δεν γεμίζει) θα παρουσιαστεί ως διαφανές.

Στη συγκεκριμένη αναφορά χρησιμοποιείται μια ποικιλία χρωμάτων για να υποδειχθεί η πρώτη κατά σειρά περιοχή πλήρωσης (με κόκκινο χρώμα) μέχρι την τελευταία (μπλε χρώμα).



Σχήμα 4.7: Χρωματική αναπαράσταση του χρόνου πλήρωσης

Η πρωταρχική χρήση της αναφοράς χρόνου πλήρωσης είναι η εξέταση του αν όλες οι διαδρομές ροής γεμίζουν ταυτόχρονα. (εξισορροπημένα μονοπάτια ροής). Η αναφορά βοηθάει επίσης στην κατανόηση του πως οι γραμμές συγκόλλησης και οι φουσαλίδες αέρα σχηματίζονται.

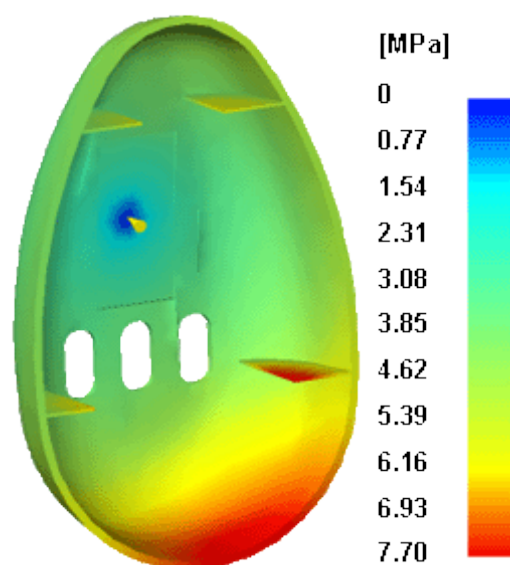
Αρχικά προσδιορίζουμε τη θέση των γραμμών συγκόλλησης και των φουσαλίδων αέρα και στη συνέχεια προβάλλουμε την αναφορά χρόνου πλήρωσης. Παρατηρούμε τα μέτωπα ροής που ενώνονται για το σχηματισμό γραμμών συγκόλλησης ή τα μέτωπα ροής που περικυκλώνουν μια περιοχή του καλουπιού παγιδεύοντας μια ποσότητα αέρα. Για την παρατήρηση μόνο του μετώπου ροής πατήστε το Single Contour Tool. Αρκετά προβλήματα που παρουσιάζονται κατά τη διάρκεια της πλήρωσης μπορούν να επιλυθούν προβάλλοντας την αναφορά χρόνου πλήρωσης:

- ☺ Hesitation
- ☺ Υπερπλήρωση
- ☺ Υποροή
- ☺ Φαινόμενο του ιπποδρόμου
- ☺ Ανισόρροπη ροή

4.5 Αναφορά ανάλυσης πτώσης της πίεσης

Το χρώμα σε κάθε τομέα του αντικειμένου αναπαριστά την πτώση πίεσης από τη θέση εγχύσεως μέχρι το συγκεκριμένο σημείο, τη χρονική στιγμή που γέμισε με πλαστικό.

Η αναφορά πτώσης πίεσης χρησιμοποιεί ένα εύρος από χρώματα για να υποδείξει τις περιοχές με την υψηλότερη πτώση πίεσης (χρωματισμένες με κόκκινο) μέχρι τις περιοχές με τη χαμηλότερη πτώση πίεσης (χρωματισμένες μπλε).



Σχήμα 4.8: Χρωματική αναπαράσταση της πτώσης πίεσης

Ο τρόπος με τον οποίο αυτά τα χρώματα χρησιμοποιούνται αναλύεται εκτενέστερα στον σχολιασμό της παραγωγής της αναφοράς εμπιστοσύνης της πλήρωσης.

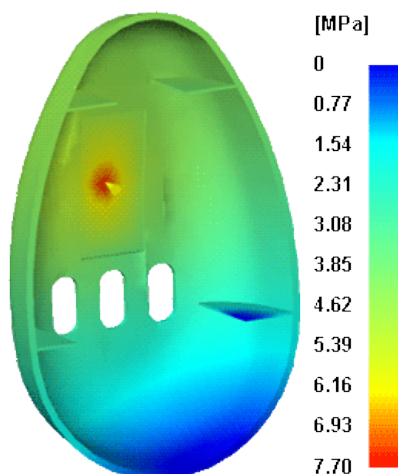
Η πτώση πίεσης είναι ένας παράγοντας που χρησιμοποιείται για να εξαχθεί το αποτέλεσμα της εμπιστοσύνης της πλήρωσης. Εάν η πτώση της πίεσης είναι μεγαλύτερη του 80% της ισχύουσας πίεσης εγχύσεως, τότε η εμπιστοσύνη της πλήρωσης θα είναι πολύ υψηλή και θα χρωματίζεται με κίτρινο. Όταν η πτώση πίεσης φθάσει το 100% της ισχύουσας πίεσης εγχύσεως, τότε η εμπιστοσύνη της πλήρωσης θα κυμαίνεται σε μέτριο επίπεδο και θα χρωματίζεται με κόκκινο. Υπάρχουν ωστόσο ορισμένες μεταβλητές που προσφέρονται για τη βελτίωση του αποτελέσματος και οι οποίες παραθέτονται πιο κάτω.

- Αυξάνοντας τη μέγιστη πίεση εγχύσεως.
- Μεταβάλλοντας τη θέση εγχύσεως του πολυμερούς, έτσι ώστε να αυξηθεί η πιθανότητα σωστής πλήρωσης ενός αντικειμένου, μπορεί να μετακινηθούν οι θέσεις εγχύσεως πολυμερούς κοντά στην προβληματική περιοχή ή να προστεθούν επιπλέον θέσεις εγχύσεως.
- Μεταβάλλοντας τη γεωμετρία του αντικειμένου. Εάν το αντικείμενο αποτελείται από πολύπλοκα και λεπτά τμήματα, τότε μπορεί να προκληθούν δυσκολίες στην πλήρωση, η οποία θα απαιτεί τότε υψηλές πιέσεις για την περάτωσή της. Εάν η μεταβολή της πίεσης εγχύσεως δεν είναι εφικτή, τότε αντί αυτής πρέπει να αλλάξει η γεωμετρία του αντικειμένου.
- Διαλέγοντας διαφορετικό υλικό. Με την επιλογή διαφορετικού υλικού με υψηλότερο βαθμό ροής ως τήγμα, θα χρειαστεί χαμηλότερη θερμοκρασία για την πλήρωση του αντικειμένου.

Η εμπιστοσύνη της πλήρωσης προσδιορίζεται και από την πτώση της πίεσης και από τη θερμοκρασία του λιωμένου πλαστικού. Γι' αυτό ίσως να χρειαστεί η μεταβολή και των δύο μεταβλητών κατεργασίας προκειμένου να επιτευχθεί ικανοποιητική εμπιστοσύνη της πλήρωσης.

4.6 Πίεση εγχύσεως

Το χρώμα σε κάθε τμήμα του αντικειμένου αναπαριστά την πίεση στο συγκεκριμένο σημείο κατά τη στιγμή της πλήρωσης του με πλαστικό. Η αναφορά είναι το φωτογραφικό στιγμιότυπο της πίεσης στο αντικείμενο μέχρι το τέλος της πλήρωσης. Η αναφορά πίεσης της έγχυσης χρησιμοποιεί ένα εύρος χρωμάτων για να καταδείξει τις περιοχές χαμηλής πίεσης (χρωματισμένες μπλε) μέχρι τις περιοχές υψηλής πίεσης (χρωματισμένες κόκκινες).



Σχήμα 4.9: Χρωματική αναπαράσταση της πίεσης εγχύσεως

Ο τρόπος με τον οποίο αυτά τα χρώματα χρησιμοποιούνται αναλύεται εκτενέστερα στον σχολιασμό της παραγωγής της αναφοράς της πίεσης εγχύσεως.

Η πίεση εγχύσεως μπορεί να χρησιμοποιηθεί παράλληλα με το αποτέλεσμα πτώσης της πίεσης. Για παράδειγμα ακόμα και όταν ένα τμήμα του αντικειμένου έχει αποδεκτή πτώση πίεσης, η πραγματική πίεση εγχύσεως στην ίδια περιοχή μπορεί να είναι πολύ υψηλή, πράγμα το οποίο μπορεί να οδηγήσει σε υπερπλήρωση.

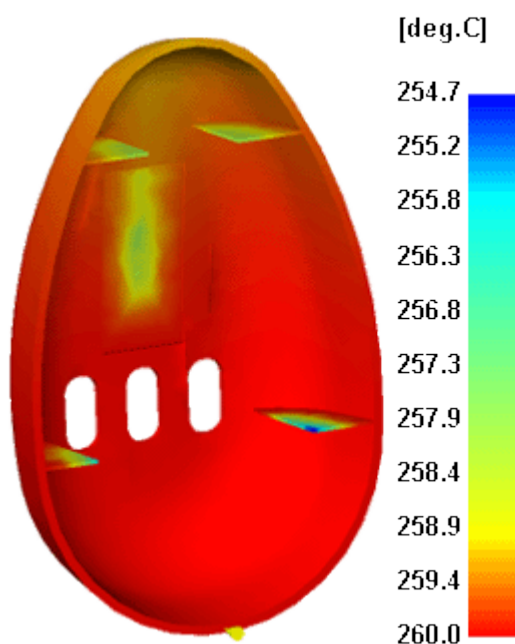
Παρόλα αυτά υπάρχουν ορισμένες επιλογές για τη βελτίωση του αποτελέσματος:

- Αύξηση της πίεσης εγχύσεως.
- Μεταβάλλοντας τη θέση εγχύσεως του πολυμερούς. Για να αυξηθεί η πιθανότητα σωστής πλήρωσης ενός αντικειμένου, μπορεί να μετακινηθούν οι θέσεις εγχύσεως πολυμερούς κοντά στην προβληματική περιοχή ή να προστεθούν επιπλέον θέσεις εγχύσεως.
- Μεταβάλλοντας τη γεωμετρία του αντικειμένου. Εάν το αντικείμενο αποτελείται από πολύπλοκα και λεπτά τμήματα, τότε μπορεί να προκληθούν δυσκολίες στην πλήρωση η οποία θα απαιτεί τότε υψηλές πιέσεις για την περάτωσή της. Εάν η μεταβολή της πίεσης εγχύσεως δεν είναι εφικτή, τότε αντί αυτής πρέπει να αλλάξει η γεωμετρία του αντικειμένου.
- Διαλέγοντας διαφορετικό υλικό. Με την επιλογή διαφορετικού υλικού με υψηλότερο βαθμό ροής ως τήγμα, θα χρειαστεί χαμηλότερη θερμοκρασία για την πλήρωση του αντικειμένου.

4.7 Θερμοκρασία Μετώπων Ροής

Τα χρώματα αναπαριστούν τη θερμοκρασία του υλικού σε κάθε σημείο κατά τη στιγμή της πλήρωσης. Το αποτέλεσμα δείχνει τις αλλαγές στη θερμοκρασία του μετώπου ροής κατά τη διάρκεια της πλήρωσης.

Η αναφορά της θερμοκρασίας μετώπου ροής χρησιμοποιεί ένα εύρος χρωμάτων για να δηλώσει την περιοχή με τη χαμηλότερη θερμοκρασία (βαμμένη μπλε) μέχρι την περιοχή με την υψηλότερη θερμοκρασία (βαμμένη κόκκινη).



Σχήμα 4.10: Χρωματική αναπαράσταση θερμοκρασιών μετώπου ροής

Εάν η θερμοκρασία του μετώπου ροής είναι πολύ χαμηλή σε μια λεπτή περιοχή του αντικειμένου τότε μπορεί να εμφανιστεί παύση της ροής ή επιβράδυνσή ροής. Εάν η θερμοκρασία είναι πολύ χαμηλή σε μίαν περιοχή όπου υπάρχουν γραμμές συγκόλλησης τότε αυτές μπορεί να χειροτερέψουν. Σε περιοχές που η θερμοκρασία του μετώπου ροής είναι υψηλή μπορεί να εμφανιστεί εκφυλισμός του υλικού και επιφανειακές αστοχίες.

Ο χρήστης καλείται να σιγουρευτεί ότι η θερμοκρασία του μετώπου ροής είναι πάντα μέσα στο προτεινόμενο εύρος θερμοκρασιών για το πολυμερές που θα χρησιμοποιηθεί. Η θερμοκρασία του μετώπου ροής είναι ένας στοιχείο το οποίο βοηθάει στον προσδιορισμό του αποτελέσματος της Εμπιστοσύνης της Πλήρωσης. Χαμηλές θερμοκρασίες ροής θα προκαλέσουν κίτρινο ή κόκκινο αποτέλεσμα στην Εμπιστοσύνη της Πλήρωσης. Το τι μπορεί να γίνει εάν η εμπιστοσύνη της πλήρωσης είναι κίτρινη ή κόκκινη αναλύεται στη συνέχεια.

Υπάρχουν διαθέσιμες αρκετές επιλογές για τη βελτίωση του αποτελέσματος. Κάθε αλλαγή θα έχει πολλαπλές επιδράσεις για αυτό μετά από κάθε αλλαγή ελέγξτε για το αν έχουν προκληθεί άλλα προβλήματα.

Η Εμπιστοσύνη της Πλήρωσης προσδιορίζεται τόσο από τη θερμοκρασία λιωμένου υλικού όσο και από τη πίεση εγχύσεως. Πιθανόν να χρειαστεί η μεταβολή και των δύο αυτών μεταβλητών της κατεργασίας προκειμένου να εξαχθεί ένα ικανοποιητικό αποτέλεσμα Εμπιστοσύνης της Πλήρωσης.

Χαμηλή Θερμοκρασία

- 1 Αυξήστε τη θερμοκρασία λιωμένου υλικού.
- 2 Αυξήστε τη θερμοκρασία του καλουπιού.
- 3 Μειώστε το χρόνο έγχυσης.
- 4 Αυξήστε το πάχος στην περιοχή προκειμένου να επιτραπεί η ροή.
- 5 Για την επιβράδυνση της ροής σε λεπτά εξογκώματα μειώστε ελαφρά τη γωνία του σχήματος.
- 6 Μετατοπίστε την είσοδο μακριά από την περιοχή επιβράδυνσης του υλικού.
- 7 Επιλέξτε ένα υλικό με υψηλότερο ροή κατά την τήξη του.

Υψηλή Θερμοκρασία

- 1 Αυξήστε το πάχος του αντικειμένου για να μειωθεί η θερμότητα λόγο τριβής.
- 2 Αυξήστε το χρόνο έγχυσης.

Πιθανά Προβλήματα

Πιθανά προβλήματα των πιο πάνω είναι ο εκφυλισμός του υλικού γι' αυτά και πρέπει να κρατιέται η θερμοκρασία στα προτεινόμενα όρια του υλικού. Επιπλέον, πιθανά προβλήματα, μπορεί να είναι η αύξηση του χρόνου περάτωσης της κατεργασίας, η ανάπτυξη μεγάλων δυνάμεων συνάφειας στην είσοδο, που οδηγούν σε εκφυλισμό του υλικού και επιφανειακά ελαττώματα, η δημιουργία λειτουργικού προβλήματος στο σχέδιο, η πρόκληση επιβράδυνσης της ροής του υλικού ή άλλα προβλήματα κάπου στο αντικείμενο.

4.8 Θέση της πύλης (Gate Location)

Τα αποτελέσματα της τοποθεσίας της πύλης υπολογίζουν κάθε μέρος ενός μοντέλου για την καταλληλότητα του για μία θέση έγχυσης. Οι πιο κατάλληλες περιοχές, χρώματος μπλε, έχουν αξιολογηθεί ως το καλύτερο, και οι λιγότερο κατάλληλες περιοχές του μοντέλου, κόκκινου χρώματος, έχουν αξιολογηθεί ως το χειρότερο. Η βαθμολογία του μπλε χρώματος, δεν σημαίνει κατ' ανάγκη ότι το μέρος μπορεί να πληρωθεί από αυτήν την τοποθεσία. Αυτό πρέπει να ελεγχθεί με την εκτέλεση μιας πλήρους ανάλυσης.

Το αποτέλεσμα της καλύτερης τοποθεσίας πύλης

Εάν δεν υπάρχουν θέσεις έγχυσης στο μοντέλο, το Gate Locator θα καθορίσει την καλύτερη θέση για μίαν ενιαία πύλη δεδομένου του επιλεγμένου υλικού.

Το αποτέλεσμα της επόμενης καλύτερης τοποθεσίας πύλης

Όταν υπάρχουν ήδη μία ή περισσότερες θέσεις έγχυσης, το αποτέλεσμα υποδεικνύει την καλύτερη θέση για την επόμενη τοποθεσία της πύλης δεδομένου του επιλεγμένου υλικού.

Χρησιμοποιώντας τα Αποτελέσματα

Το αποτέλεσμα αυτό υποδηλώνει το καλύτερο μέρος για να προστεθεί μια τοποθεσία έγχυσης δεδομένου του υλικού που επιλέγεται και τις υπάρχουσες θέσεις έγχυσης (εάν υπάρχουν).

Τοποθετήστε μια θέση έγχυσης σχήματος κώνου κάπου μέσα στην μπλε περιοχή σε μια θέση που ταιριάζει καλύτερα το καλούπι ή στους σχεδιαστικούς περιορισμούς του κομματιού και να εκτελέσετε μίαν πλαστική ανάλυση πλήρωσης. Αξιολογήστε τα αποτελέσματα αυτά κατά τον συνήθη τρόπο για να αποφασίσετε σχετικά με την καταλληλότητα της επιλεγείσας θέσης. Μπορεί να χρειαστεί να το επαναλάβετε αυτό, προκειμένου να επιτύχετε την καλύτερη συμβιβαστική θέση.

Πιθανές περιοχές θα πρέπει επίσης να αξιολογηθούν ως προς την καταλληλότητά τους από τυχόν περιορισμούς στην παραγωγή και τις κατευθυντήριες γραμμές. Για παράδειγμα, το αποτέλεσμα θα μπορούσε να προτείνει την τοποθέτηση μιας θέσης έγχυσης, όπου δεν είναι δυνατή η τοποθέτηση πύλης ή σε μίαν περιοχή που θα μπορούσε να προκαλέσει ανεπιθύμητη κηλίδα.

Περιοχές με το ίδιο χρώμα αντιπροσωπεύουν εξίσου κατάλληλες θέσεις.

Θα πρέπει να επιλέξετε τη θέση έγχυσης πιο μακρινή από τις υπάρχουσες πύλες όταν κοιτάζετε τα αποτελέσματα της επόμενης καλύτερης τοποθεσίας πύλης.

4.9 Πρόβλεψη Ποιότητας

Το αποτέλεσμα πρόβλεψης της ποιότητας υπολογίζει την αναμενόμενη ποιότητα της εμφάνισης του εξαρτήματος, και τις μηχανικές του ιδιότητες. Αυτό το αποτέλεσμα προέρχεται από την πίεση, τη θερμοκρασία και άλλα αποτελέσματα.

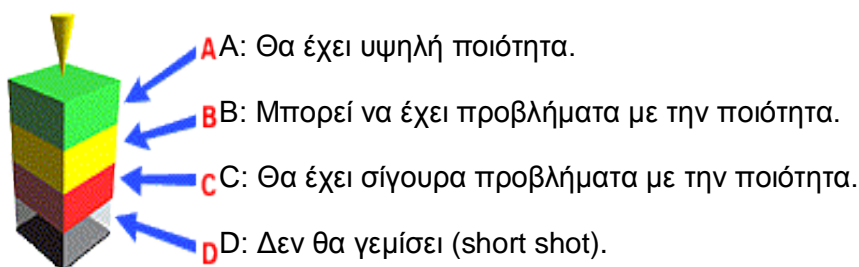
Η παρουσίαση της Ποιότητας προέρχεται από συνδυασμούς των πέντε αποτελεσμάτων που παρατίθενται παρακάτω. Αυτά τα πέντε αποτελέσματα καθένα χωρίζεται σε σειρές – μη αποδεκτό (κόκκινο), αποδεκτό (κίτρινο) και προτιμώμενο (πράσινο).

Τα πέντε αποτελέσματα είναι:

- Η Θερμοκρασία Μετώπων Ροής
- Η Πτώση της Πίεσης
- Ο Χρόνος Ψύξης
- Ο ρυθμός διάτμησης
- Η διατμητική τάση

Για κάθε περιοχή της κοιλότητας, τα πέντε αποτελέσματα αξιολογούνται. Εάν και τα πέντε αποτελέσματα σε μίαν περιοχή είναι αποδεκτά, η περιοχή είναι καταπράσινη. Εάν υπάρχει τουλάχιστον ένα μη αποδεκτό αποτέλεσμα, η περιοχή είναι κόκκινη. Αν υπάρχουν και αποδεκτά και προτιμώμενα αποτελέσματα, η περιοχή είναι κίτρινη.

Μπορείτε επίσης να δείτε τα αποτελέσματα της εμπιστοσύνης της πλήρωσης, για να δείτε πόσο πιθανό είναι ότι το κομμάτι θα γεμίσει.



Σχήμα 4.11: Χρωματική απεικόνιση της πρόβλεψης ποιότητας

Εάν το αποτέλεσμα της πρόβλεψης ποιότητας έχει κόκκινες ή κίτρινες περιοχές, το κομμάτι μπορεί να έχει προβλήματα ποιότητας. Για να δοκιμάσετε ακριβώς τι προβλήματα ενδέχεται να προκύψουν στο κομμάτι σας, θα πρέπει να ανοίξετε το σχετικό θέμα της Βοήθειας, κάνοντας κλικ στο κουμπί Περισσότερα για τα Συμβουλές Αποτελεσμάτων.

Εάν το αποτέλεσμα της πρόβλεψης ποιότητας δείχνει ότι το κομμάτι σας θα έχει μέση ή χαμηλή ποιότητα, χρησιμοποιήστε το παράθυρο διαλόγου Συμβουλές Αποτελεσμάτων για να ανοίξει το σχετικό θέμα της Βοήθειας ούτως ώστε να μάθετε πώς μπορείτε να διορθώσετε το πρόβλημα.

4.10 Η εκτιμώμενη διάρκεια χρονικού κύκλου

Η εκτιμώμενη διάρκεια χρονικού κύκλου ορίζεται ως ο χρόνος που απαιτείται για το κομμάτι για να γεμίσει, το χρόνο για το 90% του πάχους του κομματιού για να παγώσει, για το άνοιγμα του καλουπιού και την εξαγωγή του κομματιού, και να κλείσει έτοιμο για την παραγωγή της επόμενης περιόδου. Για να παγώσει ένα πλαστικό υλικό πρέπει να ψυχθεί σε θερμοκρασία εξώθησης. Η θερμοκρασία εξώθησης πλαστικού υλικού είναι ένα υλικό συγκεκριμένου βαθμού του οποίου η αξία μπορεί να βρεθεί στη βάση δεδομένων του υλικού.

Η εκτιμώμενη διάρκεια χρονικού κύκλου περιλαμβάνει την ώρα της έγχυσης, το χρόνο για το 90% του πάχους του κομματιού για να παγώσει, και το χρόνο ανοίγματος του σφιγκτήρα. Όταν εκτελείτε μια ανάλυση Πλαστικής Πλήρωσης μπορείτε να ρυθμίσετε την ώρα της έγχυσης, και το χρόνο ανοίγματος του σφιγκτήρα. Δεν είναι δυνατό ή προϋπόθεση να ρυθμίσετε τη συσκευασία, και το χρόνο ψύξης, προκειμένου να παραχθεί η εκτιμώμενη διάρκεια χρονικού κύκλου, καθώς αυτό ρυθμίζεται αυτόματα για την ανάλυση πλήρωσης. Ωστόσο, για μια Ανάλυση Απόδοσης του Adviser (Πλήρωση + Συσκευασία) η εκτιμώμενη διάρκεια του χρονικού κύκλου είναι αυτοματοποιημένη από προεπιλογή, αλλά μπορεί να ρυθμιστεί με το χέρι από τον Οδηγό Ανάλυσης (Analysis Wizard) - συνθήκες επεξεργασίας Προηγμένου διαλόγου (Advanced Processing Conditions dialog).

Η προεπιλεγμένη τιμή είναι μηδέν, που μπορεί φαινομενικά να προκαλέσει σύντομο χρονικό κύκλο, εάν δεν έχει οριστεί σε μια πιο ρεαλιστική τιμή.



Σχήμα 4.12: Διάγραμμα διάρκειας χρονικού κύκλου

t_i – Χρόνος έγχυσης

t_p – Χρόνος συσκευασίας

t_c – Χρόνος ψύξης (90% του πάχους του κομματιού είναι παγωμένο)

t_h – Χρόνος κρατήματος

t_o – Χρόνος ανοίγματος σφιγκτήρα

Η εκτιμώμενη διάρκεια χρονικού κύκλου βασίζεται στη γεωμετρία της κοιλότητας. Αυτό σημαίνει ότι ο χρόνος για το κομμάτι για να γεμίσει και να ψυχθεί υπολογίζεται χρησιμοποιώντας το μοντέλο που έχετε αναλύσει, χωρίς να υπολογίζετε τη γεωμετρία του δρομέα. Επειδή η εκτιμώμενη διάρκεια χρονικού κύκλου βασίζεται στη γεωμετρία κοιλότητας, μπορείτε να χρησιμοποιήσετε αυτό το αποτέλεσμα για να δείτε πώς αυξάνοντας ή

μειώνοντας το πάχος τοιχώματος του κομματιού ή αλλάζοντας το υλικό επηρεάζει το χρόνο του κύκλου.

Η πραγματική διάρκεια χρόνου του κύκλου εξαρτάται από πάρα πολλές μεταβλητές για να προβλέψει με ακρίβεια το Adviser. Το Adviser προϋποθέτει ότι το κομμάτι μπορεί να εξαχθεί χωρίς παραμόρφωση ή ζημιά όταν το τοίχωμα είναι 90% παγωμένο. Ανάλογα με τον τύπο της μηχανής χύτευσης με έγχυση που χρησιμοποιείται και το σχεδιασμό του συστήματος εξώθησης, το φινίρισμα του καλουπιού, καθώς και την αναπόσπαστη ακαμψία του κομματιού, μπορεί να είναι δυνατό να αφαιρέσετε νωρίτερα το καλούπι ή μπορεί να απαιτείται μεγαλύτερος χρόνος ψύξεως. Αυτές οι επιδράσεις σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να προκαλέσουν την πραγματική διάρκεια χρόνου του κύκλου να είναι πολύ μεγαλύτερη από την εκτιμώμενη διάρκεια χρονικού κύκλου, και σε κάποιες άλλες να είναι μικρότερη και έτσι θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη όταν ερμηνεύεται την αξία στην περίληψη (Summary).

4.11 Μοριακός Προσανατολισμός (Skin Orientation)

Το αποτέλεσμα του μοριακού προσανατολισμού παρέχει μίαν ένδειξη της κύριας κατεύθυνσης μοριακής ευθυγράμμισης για ένα μη πληρωμένο υλικό, ή την κύρια κατεύθυνση προσανατολισμού των ινών για ένα πληρωμένο με ίνες υλικό, στο εξωτερικό του κομματιού. Ο μοριακός προσανατολισμός μιας συγκεκριμένης τοποθεσίας στο κομμάτι προέρχεται από το διάνυσμα της ταχύτητας του μετώπου τήγματος, όταν φτάσει σε αυτό το σημείο του κομματιού. Επειδή τα μόρια είναι σε άμεση επαφή με το καλούπι και παγώνει πολύ γρήγορα, το διάνυσμα της ταχύτητας δίνει τον πιο πιθανό προσανατολισμό στα μόρια.

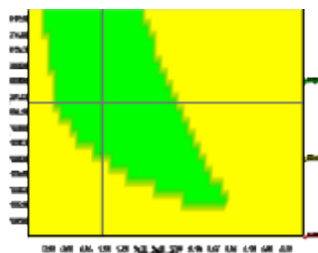
Τα αποτελέσματα του Μοριακού Προσανατολισμού είναι χρήσιμα για την εκτίμηση των μηχανικών ιδιοτήτων ενός κομματιού. Για παράδειγμα, η αντοχή σε κρούση είναι τυπικά πολύ υψηλότερη στην κατεύθυνση του μοριακού προσανατολισμού. Όταν χρησιμοποιείτε πληρωμένα με ίνες, πολυμερή, η αντοχή εφελκυσμού είναι επίσης υψηλότερη στην κατεύθυνση του μοριακού προσανατολισμού, επειδή οι ίνες στην επιφάνεια είναι ευθυγραμμισμένες προς αυτή την κατεύθυνση. Ο μοριακός προσανατολισμός γενικά αντιπροσωπεύει την κατεύθυνση της δύναμης. Για τα πλαστικά μέρη που πρέπει να αντέχουν σε υψηλή πρόσκρουση ή δύναμη, η θέση της πύλη μπορεί να σχεδιαστεί για να δώσει ένα μοριακό προσανατολισμό προς την κατεύθυνση της πρόσκρουσης ή της δύναμης.

Η γραμμική συρρίκνωση του κομματιού εξαρτάται επίσης από το Μοριακό Προσανατολισμό. Για μη πληρωμένα πολυμερή, η συρρίκνωση κατά την κατεύθυνση του μοριακού (ροής) προσανατολισμού είναι μεγαλύτερη από ό, τι στην κατεύθυνση του προσανατολισμού του πυρήνα (εγκάρσιου). Ωστόσο, η κατάσταση αυτή μπορεί να αντιστραφεί όταν χρησιμοποιούνται πληρωμένα με ίνες πολυμερή, λόγω της χαμηλής συρρίκνωσης και ακαμψίας των ινών στην κατεύθυνση του μοριακού προσανατολισμού.

Συγκρίνετε αυτό το αποτέλεσμα με το αποτέλεσμα του χρόνου πλήρωσης για να κοιτάξετε για ανισόροπες ροές στο τμήμα.

Πιο ακριβείς προβλέψεις του προσανατολισμού των ινών μπορεί να επιτευχθούν με τη χρήση της μονάδας MPI /Fiber του Moldflow Plastics Insight.

4.12 Παράθυρο χύτευσης (Molding Window)




Σχήμα 4.13: Γράφημα της θερμοκρασίας τήγματος – χρόνου εγχύσεως

Η οθόνη του Molding Window είναι μια γραφική παράσταση επί των περιοχών της θερμοκρασίας του τήγματος και του χρόνου εγχύσεως για μία δεδομένη θερμοκρασία καλουπιού.

Τα τρία χρώματα (κόκκινο, κίτρινο και πράσινο) αντιπροσωπεύουν πόσο καλός είναι ένας ιδιαίτερος συνδυασμός των συνθηκών επεξεργασίας.

Εάν υπάρχει μια πράσινη περιοχή στην οθόνη του Molding Window, και οι τρεις συνθήκες είναι αποδεκτές. Σε γενικές γραμμές, όσο μεγαλύτερη είναι η πράσινη περιοχή, τόσο το καλύτερο.

Το αποτέλεσμα του Molding Window μπορούν να περιλαμβάνουν κόκκινες, κίτρινες και πράσινες περιοχές:

- 
- A. Αυτές είναι οι καλύτερες συνθήκες επεξεργασίας για αυτό το κομμάτι.
 - B. Οι συνθήκες αυτές μπορεί να προκαλέσουν προβλήματα χύτευσης ή ποιότητας του κομματιού, αλλά το κομμάτι θα είναι χυτεύσιμο.
 - C. Μην χρησιμοποιείτε αυτές τις συνθήκες επεξεργασίας.

Σχήμα 4.14: Χρωματική αναπαράσταση συνθηκών επεξεργασίας

Θα πρέπει να χρησιμοποιήσετε την ανάλυση του Molding Window, αφού έχετε επιλέξει το υλικό (α) και την καλύτερη θέση έγχυσης και πριν να εκτελέσετε την πλήρη ανάλυση του Adviser.

Χρησιμοποιήστε τη για να επιλέξετε τις καλύτερες συνθήκες επεξεργασίας για την ανάλυσή σας, ή για να συγκρίνετε τα υλικά.

Όταν εμφανιστεί το Molding Window, το καλύτερο σημείο στην οθόνη επισημαίνεται από το σταυρό. Αν υπάρχει μια περιοχή πράσινου, ο σταυρός θα εμφανίζεται κάπου στη μέση του.

Μπορείτε να σύρετε το σταυρό μπροστά από την οθόνη, για να δείτε τις ακριβείς συνθήκες επεξεργασίας που αντιπροσωπεύουν το κάθε σημείο. Οι συνθήκες επεξεργασίας σε εκείνο το σημείο εμφανίζονται στις επιλογές στα δεξιά της οθόνης.

Αφού έχετε επιλέξει τις καλύτερες συνθήκες επεξεργασίας (ή επιλέξει το σημείο που προτείνεται από το Adviser), κάντε κλικ στο Use Conditions για να επιστρέψετε στη σελίδα Processing Conditions. Αυτή η σελίδα θα εμφανίσει τώρα τους νέους όρους επεξεργασίας που επιλέξατε.

Ακόμα κι αν χρησιμοποιείτε το Molding Window για να προετοιμάσετε το μοντέλο σας για ανάλυση, εξακολουθεί να είναι πιθανό ότι η ανάλυση θα μπορούσε να δείξει προβλήματα χύτευσης ή ποιότητας. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι η ανάλυση του Molding Window αποσκοπεί στο να δώσει μια γρήγορη, προκαταρκτική εισήγηση. Δεν προορίζεται στο να αντικαταστήσει την πλήρη ανάλυση του Adviser.

Όταν εμφανιστεί για πρώτη φορά η οθόνη του Molding Window, οι σταυροί δείχνουν το καλύτερο σημείο στην οθόνη. Οι ακριβείς λεπτομέρειες του σημείου που επιλέγεται από το σταυρό εμφανίζονται στη δεξιά πλευρά του κουτιού διαλόγου. Μπορείτε να σύρετε το σταυρό μπροστά από την οθόνη, για να δείτε τις λεπτομέρειες σχετικά με τα άλλα επιλεγμένα σημεία. Μπορείτε να επιστρέψετε το σταυρό στο καλύτερο σημείο στην οθόνη κάνοντας κλικ στο Optimum Point.

Μπορείτε να παρατηρήσετε ότι το καλύτερο σημείο δεν είναι κατ'ανάγκη στο κέντρο της περιοχής του πρασίνου. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι δεν αποτελεί όλη η περιοχή πρασίνου εξίσου καλές συνθήκες επεξεργασίας. Υπάρχει κάποια μεταβλητότητα, αλλά επειδή καθένα από τα σημεία στην πράσινη περιοχή πληροί τις προϋποθέσεις, εμφανίζονται όλα ως πράσινο.

Τα τρία χρώματα δεν θα είναι πάντα ορατά στο Molding Window καθώς η οθόνη επικεντρώνεται στην πράσινη περιοχή.

■ Πράσινο

Εάν χρησιμοποιείτε τις συνθήκες επεξεργασίας που αντιπροσωπεύονται από μια καταπράσινη περιοχή, το κομμάτι κατά πάσα πιθανότητα θα σχηματιστεί καλά.

Εάν το Molding Window περιλαμβάνει μια καταπράσινη περιοχή, αλλά είναι πολύ στενό, μάλλον θα πρέπει να εξακολουθήσετε να προσπαθείτε για να το βελτιώσετε. Ένας στενός χώρο πρασίνου σημαίνει ότι αν οι συνθήκες επεξεργασίας ποικίλουν, το κομμάτι θα είναι μη ικανοποιητικό. Όταν τα κομμάτια γίνονται, είναι πιθανό ότι κάποια παραλλαγή των συνθηκών θα συμβεί, έτσι θα πρέπει να προσπαθήσουμε να διασφαλίσουμε ότι το παράθυρο μορφοποίησης είναι ισχυρό (έχει μίαν αρκετά ευρύ πράσινη περιοχή).

■ Κίτρινο

Εάν υπάρχει μια κίτρινη περιοχή στην οθόνη του Molding Window, αυτό σημαίνει ότι οι συνθήκες επεξεργασίας που παριστάνονται από αυτήν την περιοχή μπορεί να παράξουν ένα καλό κομμάτι.

Ενώ θα ήταν δυνατόν να σχηματιστεί αυτό το κομμάτι με επιτυχία, χρησιμοποιώντας τους όρους αυτούς, δεν είναι πιθανό να κάνουν ένα υψηλής ποιότητας κομμάτι.

Μια οθόνη Molding Window, η οποία είναι κίτρινη σημαίνει ότι δεν υπάρχει ιδιαίτερα καλός συνδυασμός των όρων επεξεργασίας για αυτό το κομμάτι με αυτήν τη θέση της έγχυσης και υλικό. Ανάλογα με το πόσο αυστηρή είναι η απαίτηση της ποιότητας για το κομμάτι, μπορεί

να χρειαστεί να μετακινήσετε ή να προσθέσετε μian άλλη τοποθεσία έγχυσης, να αλλάξετε το υλικό ή να αλλάξετε τη γεωμετρία του κομματιού.

■ **Κόκκινο**

Αν υπάρχει μια κόκκινη περιοχή στην οθόνη του Molding Window, αυτό σημαίνει ότι οι συνθήκες επεξεργασίας που αντιπροσωπεύονται από την εν λόγω περιοχή δεν θα μπορούσαν να παράξουν ένα καλό κομμάτι.

Μια οθόνη Molding Window, η οποία είναι κόκκινη σημαίνει ότι δεν υπάρχει καλός συνδυασμός των όρων επεξεργασίας για αυτό το κομμάτι, με αυτήν τη θέση της έγχυσης και υλικό.

Θα πρέπει να μετακινήσετε ή να προσθέσετε μian άλλη τοποθεσία έγχυσης, να αλλάξετε το υλικό ή να αλλάξετε τη γεωμετρία του κομματιού.

Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε το μέγεθος του Molding Window για να ..

- **Συγκρίνετε ποιότητες υλικών**

Υλικά που παράγουν ένα μεγαλύτερο Molding Window είναι εν γένει λιγότερο ευαίσθητα σε φυσικές μεταβολές που προκαλούνται από τη διαδικασία ή το υλικό.

- **Παρέχει ένα μέτρο της ποιότητας σχεδιασμού του κομματιού**

Το Molding Window για ένα ισορροπημένο καλούπι είναι συνήθως πολύ μεγαλύτερο από ότι για ένα ανισόροπο καλούπι.

- **Επιλέξτε ή να αξιολογήσετε μία θέση πύλης**

Θέσεις Πύλης που παράγουν μεγαλύτερα Molding Windows είναι γενικά καλύτερες.

- **Γρήγορη αξιολόγηση των αλλαγών για το σχεδιασμό (πάχος, νευρώσεις, κ.λπ.).**

Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε το σχήμα του Molding Window για να ..

- **Προσδιορίσετε τις βέλτιστες συνθήκες επεξεργασίας**

Κάθε σημείο εντός του Molding Window ορίζεται από τη θερμοκρασία καλουπιού, τη θερμοκρασία τήγματος, και το χρόνο έγχυσης. Κάθε ένα από αυτά τα σημεία στη συνέχεια αξιολογείται βάσει των κριτηρίων ποιότητας του Molding Window. Με τη χάραξη και την εξέταση αυτών των δεδομένων, βρίσκεται ένα βέλτιστο σύνολο των συνθηκών επεξεργασίας.

- **Εξετάστε την ευαισθησία στη διαδικασία**

Ένα στενό Molding Window υποδεικνύει ότι το καλούπι είναι ευαίσθητο σε μικρές αλλαγές στη διαδικασία.

Το Molding Window χρησιμοποιεί τη γεωμετρία του κομματιού, το υλικό (α) που έχει επιλεγεί και τη θέση της έγχυσης. Επιπλέον, εισάγετε τις απαιτήσεις σας για τη γυαλιστερή επιφάνεια (MPA), όπου το επίπεδο στιλπνότητας της επιφάνειας καθορίζεται κυρίως από τη θερμοκρασία καλουπιού.

Το Molding Window τρέχει συνέχεια μια σειρά από πολύ γρήγορους υπολογισμούς στο κομμάτι, μεταβάλλοντας τις συνθήκες επεξεργασίας του κάθε φορά. Οι συνθήκες επεξεργασίας μεταβάλλονται μόνο εντός των ορίων αποδοχής τους, όπως ορίζονται από το ιστορικό των υλικών, στη βάση δεδομένων των υλικών. Μπορείτε ωστόσο να αλλάξετε αυτές τις διακυμάνσεις με την επεξεργασία των δεδομένων για τα υλικά.

Για κάθε ένα από αυτούς τους υπολογισμούς, το Molding Window ελέγχει εάν πέντε συνθήκες είναι αποδεκτές.

Κάθε ένας από τους υπολογισμούς αντιπροσωπεύεται από ένα μόνο σημείο στην οθόνη του Molding Window. Αν ένα σημείο είναι κόκκινο, κίτρινο ή πράσινο εξαρτάται από το αν οι πέντε συνθήκες ήταν αποδεκτές ή όχι.

Το Molding Window χρησιμοποιεί αυτές τις εισόδους:

- Γεωμετρία κομματιού.
- Θέση εγχύσεως.
- Υλικό(α).
- Τελειοποίηση της επιφάνειας (γυαλιστερή).
- Μέγιστη πίεση εγχύσεως.

... και χρησιμοποιεί αυτές τις μεταβλητές σε όλο το βεληνεκές τους:

- Τη θερμοκρασία του καλουπιού.
- Τη θερμοκρασία τήξης.
- Το χρόνο έγχυσης.

...και εξάγει κατά πόσο αυτές οι συνθήκες είναι αποδεκτές ή όχι:

- Η πίεση εγχύσεως.
- Η θερμοκρασία του μετώπου ροής.
- Διατμητική τάση.
- Ο ρυθμός διάτμησης.
- Short shot.

Οι υπολογισμοί του Molding Window χρησιμοποιούν αυτές τις εισόδους:

Τη γεωμετρία του κομματιού και τη θέση της έγχυσης

Ο υπολογισμός του Molding Window χρησιμοποιεί πληροφορίες σχετικά με το μέγεθος, το σχήμα και το πάχος του κομματιού, και χρησιμοποιεί την τοποθεσία της έγχυσης για να καθορίσει τα μήκη των διαδρομών ροής από τη θέση της έγχυσης σε έναν αριθμό σημείων στα άκρα του κομματιού.

Το υλικό

Μπορείτε να εκτελέσετε το Molding Window μόνον εάν το υλικό(α) έχει εύρη για το ρυθμό διάτμησης και τη διατμητική τάση όπως καθορίζεται.

Την τελειοποίηση της επιφάνειας (γυαλιστερή)

Ο υπολογισμός του Molding Window χρησιμοποιεί αυτήν την αξία για να καθορίσει την ιδανική θερμοκρασία του καλουπιού (MPA). Αν καθορίσετε ότι το τμήμα πρέπει να έχει υψηλή στιλπνότητα, η ιδανική θερμοκρασία του καλουπιού θα είναι υψηλότερη από ό, τι αν ζητηθεί μέσης ή χαμηλής στιλπνότητας.

Τη μέγιστη πίεση εγχύσεως

Η τιμή αυτή καθορίζεται από την ανάλυση – Processing Conditions του (Moldflow Plastics Adviser), ή από το κουτί διαλόγου της μηχανής χυτεύσεως με έγχυση στις προηγμένες επιλογές της ανάλυσης της ροής (Moldflow Plastics Insight). Μπορείτε να αλλάξετε την προεπιλεγμένη τιμή εάν η μηχανή σας, χύτευσης με έγχυση είναι ικανή να εγχύνει σε υψηλότερες πιέσεις. Αν ο υπολογισμός του Molding Window προβλέπει ότι η πίεση εγχύσεως που απαιτείται για να γεμίσει το τμήμα είναι μεγαλύτερη από τη μέγιστη πίεση έγχυσης, τότε ένα σημείο στην οθόνη, εκείνο που αντιστοιχεί στις συνθήκες που χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό, θα είναι κόκκινο.

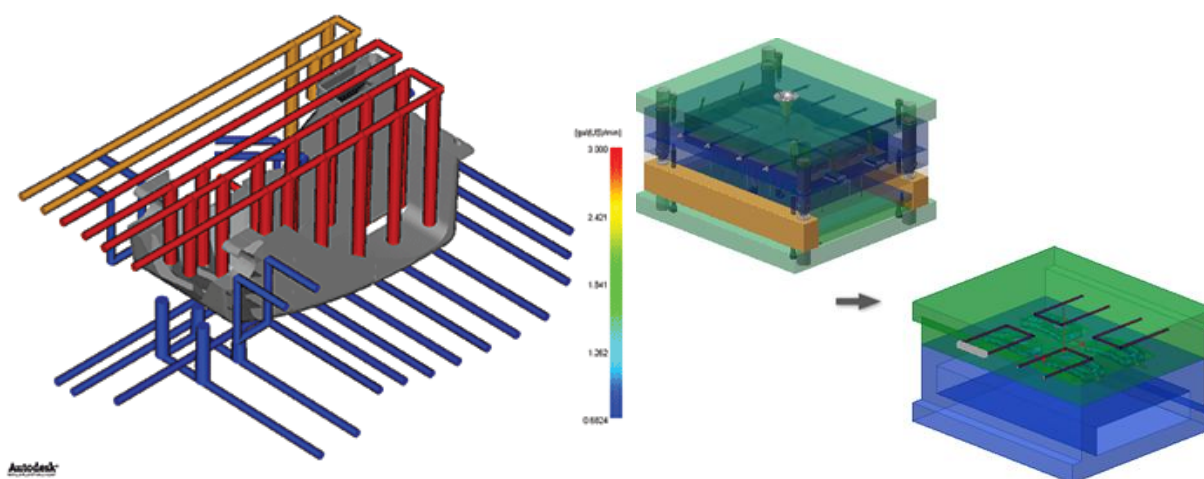
4.13 Συνεργασία και συμβατότητα του Plastic Advisor με άλλα λογισμικά

4.13.1 Εξάγοντας τα αποτελέσματα στο Moldflow Plastic Insight (MPI)

Το Adviser προσφέρει χρήσιμες σχεδιαστικές συμβουλές και δίνει τη δυνατότητα προσδιορισμού της βέλτιστης θέσης εγχύσεως και του υλικού προς χρήση. Σε μερικές περιπτώσεις ωστόσο το πρόγραμμα δεν είναι σε θέση να επιλύσει όλα τα προβλήματα σχηματοποίησης.

Για περαιτέρω πληροφορίες σχετικά με τη συμπεριφορά ενός αντικειμένου προς έγχυση, ο χρήστης μπορεί να το εξάγει στο πρόγραμμα ανάλυσης Moldflow Plastic Insight (MPI).

Στο συγκεκριμένο λογισμικό δίνεται η δυνατότητα προσθήκης θέσεων εγχύσεως, το runner system και κυκλώματα ψύξης προκειμένου να επιτύχει ο χρήστης μια εις βάθος ανάλυση. Θα πρέπει το σχέδιο του αντικειμένου να σωθεί σε μορφή αρχείου .mfl έτσι ώστε το πρόγραμμα MPI να μπορεί να το «διαβάσει». Ο χρήστης μπορεί επίσης, να σώσει τις υπάρχουσες θέσεις εγχύσεως σε μορφή .bf3 που επίσης αναγνωρίζονται από το MPI. Δυστυχώς δεν υπάρχει η δυνατότητα μεταφοράς των ιδιοτήτων των υλικών.



Σχήμα 4.15: Χύτευση πολλαπλών αντικειμένων και κύκλωμα ψύξης στο MPI

4.13.2 Υποστηριζόμενες διαδικασίες χύτευσης υπό πίεση και διαφορετικών τύπων πλεγμάτων

Ο επόμενος πίνακας παρουσιάζει τις υποστηριζόμενες από το MPI αναλύσεις, για τις διάφορες διαδικασίες χύτευσης υπό πίεση, τα υλικά και τους τύπους πλεγμάτων.

Πίνακας 4.1: Τύποι πλεγμάτων ανά διεργασία			
Διαδικασία, Υλικό, Τύπος Ανάλυσης		Τύπος πλέγματος	
Χύτευση υπό πίεση πλαστικών			
Fill	Midplane	Fusion	3D
Flow	Midplane	Fusion	3D
Cool	Midplane	Fusion	3D
Fiber	Midplane	Fusion	
Warp	Midplane	Fusion	3D
Stress	Midplane		
Shrink	Midplane	Fusion	
Process Optimization	Midplane	Fusion	
Design of Experiments	Midplane	Fusion	
Molding Window	Midplane	Fusion	
Gate Location	Midplane	Fusion	
Runner Balance	Midplane	Fusion	
Υπερπλήρωση πλαστικών			
Fill			3D
Flow			3D
Overmolding			3D
Χύτευση με υποβοήθηση υπό πίεση πλαστικών			
Flow	Midplane		
Cool	Midplane		
Fiber	Midplane		
Warp	Midplane		
Stress	Midplane		
Χύτευση με υποβοήθηση αερίου			
Flow	Midplane		
Cool	Midplane		
Fiber	Midplane		
Warp	Midplane		
Stress	Midplane		
Χύτευση υπό πίεση και συμπίεση του πλαστικού			
Flow	Midplane		
Cool	Midplane		
Fiber	Midplane		
Warp	Midplane		
Stress	Midplane		
Μικροκρυσταλλική συμπίκνωση			
Flow	Midplane	Fusion	3D
Wire Sweep	Midplane	Fusion	3D

Paddle Shift	Midplane	Fusion	3D
Runner Balance	Midplane	Fusion	
Χύτευση πλαστικών με αντίδραση			
Flow	Midplane	Fusion	3D
Runner Balance	Midplane	Fusion	
Multiple Injection Barrel Flow	Midplane		
RTM/SRM			
Flow	Midplane	Fusion	
Runner Balance	Midplane	Fusion	
Ανεπαρκή συμπίκνωση			
Flow	Midplane	Fusion	3D

Υπάρχει επίσης η δυνατότητα αλλαγής παραμέτρων της ανάλυσης όπως του είδους της μηχανής χύτευσης υπό πίεση και του υλικού από το οποίο είναι κατασκευασμένη η μήτρα.

4.13.3 Διασύνδεση με άλλα συστήματα σχεδιομελέτης – MDL (Moldflow Design Link)

Το λογισμικό του Plastic Advisor χρησιμοποιεί ένα ενδιάμεσο πρόγραμμα για τη διασύνδεσή του με άλλα συστήματα σχεδιομελέτης. Το πρόγραμμα αυτό ονομάζεται MDL - Moldflow Design Link το οποίο δίνει τη δυνατότητα στο χρήστη της απευθείας εισαγωγής δεδομένων από οποιοδήποτε σύστημα σχεδιομελέτης και το πλεονέκτημα της διαχείρισης των πρωτογενών δεδομένων από συστήματα βασισμένα σε πυρήνα στερεάς μοντελοποίησης Granite One από την PTC – Parametric Technology Corporation και Parasolid από την Unigraphics Solutions.

Το πρόγραμμα διατίθεται σε δύο εκδόσεις:

- MDL/Parasolid για την εισαγωγή αρχείων Parasolid, IGES και STEP.
- MDL/Pro/Engineer για την εισαγωγή αρχείων Pro/Engineer, IGES και STEP.

Δυνατότητες του λογισμικού διασύνδεσης

- Όταν το MDL χρησιμοποιείται με το Plastic Advisor, το στερεό μοντέλο μετατρέπεται αυτόματα σε αρχείο τύπου .mpa
- Όταν το MDL χρησιμοποιείται με το Moldflow plastic Insight- MPI, το στερεό μοντέλο μπορεί να μετατραπεί αυτόματα σε αρχείο πλέγματος τύπου MPI ή οι επιφάνειες μπορούν να εισαχθούν και να πλεγματοποιηθούν χειροκίνητα με το λογισμικό MPI/Synergy.

ο Η εισαχθείσα γεωμετρία αναπαρίσταται στο MPI/Synergy ως trimmed NURBS αποκομμένες επιφάνειες NURBS.

ο Αυτές οι επιφάνειες μπορούν να προβληθούν, ομαδοποιηθούν και να πλεγματοποιηθούν ανεξάρτητα.

Οι επιφάνειες NURBS υποστηρίζονται από τα συστήματα Parasolid, Pro/Engineer, IGES και STEP

- Υποστήριξη αρχείων Parasolid και οποιουδήποτε συμβατού συστήματος σχεδιομελέτης όπως SolidWorks, Unigraphics, Solid Edge, IronCAD, SolidMAN, Solid Builder, VISI-CAD, MicroStation, True SolidMaster, ICAD, CAXA, Anvil Express και TopCad.
- Υποστήριξη αρχείων Pro/Engineer και πρωτογενών δεδομένων μοντέλου Pro/E.
- Υποστήριξη αρχείων STEP- STEP AP203 και μοντέλων STEP AP214 ClassII, ClassIII,IV,V καθώς και μοντέλων-συναρμολογήσεων ClassVI.
- Υποστήριξη αρχείων IGES με μια εκτεταμένη λίστα υποστηριζόμενων καμπυλών και στοιχείων στερεάς μοντελοποίησης.

4.14 Υποστηριζόμενα πολυμερή

Για την επιλογή υλικού, το πρόγραμμα περιέχει μια βάση δεδομένων με στοιχεία για πάνω από 4.000 πολυμερή. Υπάρχουν δύο τρόποι να βρει κάποιος ένα υλικό στη βάση:

- μπορεί να ορίσει το υλικό σύμφωνα με τον προμηθευτή και την εμπορική του ονομασία.
- μπορεί να ψάξει το υλικό σύμφωνα με τις ιδιότητές του.

Υπάρχει επίσης η δυνατότητα προσθήκης ενός υλικού στη βάση.

Το υλικό θα πρέπει να οριστεί διότι το Plastic Advisor δεν μπορεί να αναλύσει ένα αντικείμενο εάν δεν επιλεγεί πρωτίτερα το υλικό εγχύσεως. Όταν το πρόγραμμα αναλύει ένα μοντέλο, προσομοιώνει τη ροή ενός λιωμένου πολυμερούς μέσα στη κοιλότητα χρησιμοποιώντας τις ιδιότητες του επιλεγμένου υλικού. Το αποτέλεσμα της ανάλυσης θα διέφερε αν το υλικό ήταν διαφορετικό.

Επιπρόσθετα, το πρόγραμμα προσδιορίζει αυτόματα τις συνθήκες μορφοποίησης έτσι ώστε το μόνο που χρειάζεται είναι ο ορισμός της γεωμετρίας του μοντέλου, το πλαστικό υλικό και τη θέση εγχύσεως υλικού. Ο χρόνος της κατεργασίας επιλέγεται αυτόματα. Το λογισμικό προσδιορίζει αυτόματα το χρόνο κατεργασίας που ελαχιστοποιεί την πίεση εγχύσεως και διατηρεί τη θερμοκρασία του μετώπου ροής μέχρι 10 βαθμούς Κελσίου κάτω από τη θερμοκρασία τήξης.

Στο ακόλουθο διάγραμμα παρουσιάζεται το φάσμα απόδοσης κάθε κατηγορίας πολυμερών.

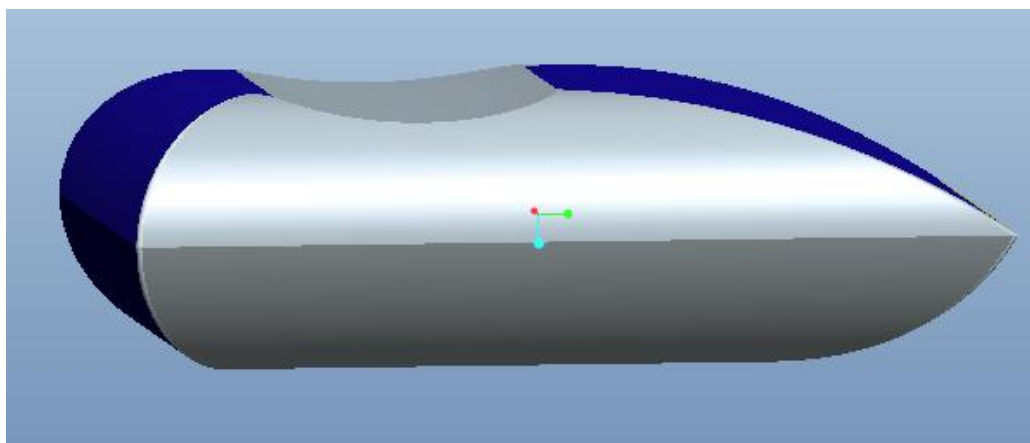
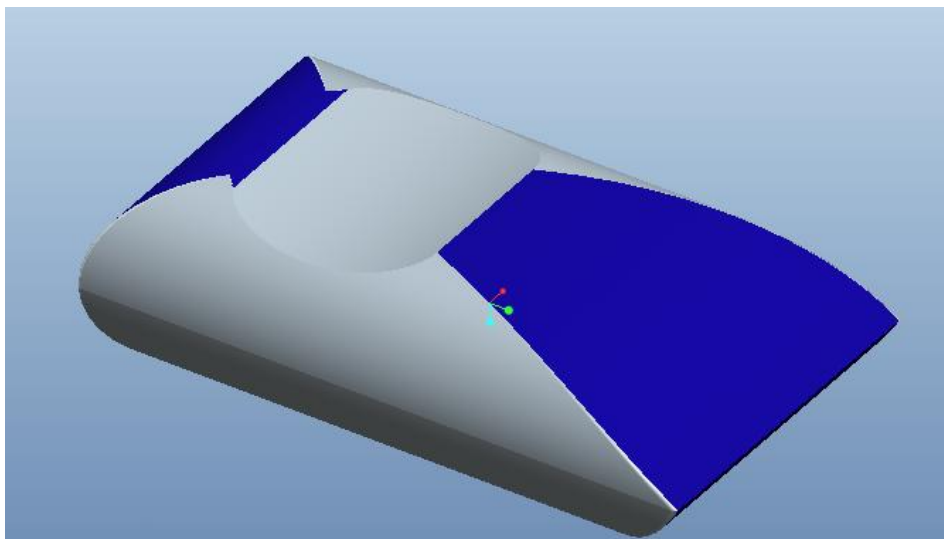


Σχήμα 4.16: Απόδοση πολυμερών υλικών σε χύτευση υπό πίεση

5. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΚΑΙ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ INTERFACE ΤΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ

Σε αυτό το στάδιο, ύστερα από την αναλυτική παρουσίαση των επιμέρους εντολών που παρουσιάστηκαν, θα γίνει αναφορά στον συνδυασμό όλων αυτών μαζί, βάση του οποίου έγινε η επεξεργασία όλων των παραμέτρων σχεδίασης πλαστικών δοκιμίων με σκοπό την δημιουργία και τη σχεδίαση του τελικού δοκιμίου που θα παρουσιαστεί παρακάτω. Η σχεδίαση αυτή είναι ικανή να περιγράψει όλες τις σημαντικές εντολές που αναλύθηκαν στο πλαίσιο αυτής της εργασίας καθώς και άλλες μικρότερες αλλά εξίσου σημαντικές.

Η εργασία αυτή περιλαμβάνει την σχεδίαση μίας μπαγκαζιέρας οροφής αυτοκινήτου, στο Pro Engineer Wildfire 5.0, και την ανάλυση των δύο κύριων μερών της στο Plastic Advisor 7.0. Οι διαστάσεις του αντικειμένου είναι 1300mm X 700mm X 400mm. Στο συγκεκριμένο σχέδιο έγινε μία προσπάθεια, της όσο είναι εφικτής αεροδυναμικής σχεδίασης της μπαγκαζιέρας, δίνοντας μας ένα πρωτότυπο σχέδιο σε σχέση με τις κοινές μπαγκαζιέρες οροφής που κυκλοφορούν στην αγορά. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα, όπως είναι φυσικό, τα θετικά αλλά και τα αρνητικά του, κυρίως διότι στη συγκεκριμένη εργασία έγινε ανάλυση του πλαστικού υλικού και όχι των αεροδυναμικών κανόνων που τη διέπουν.

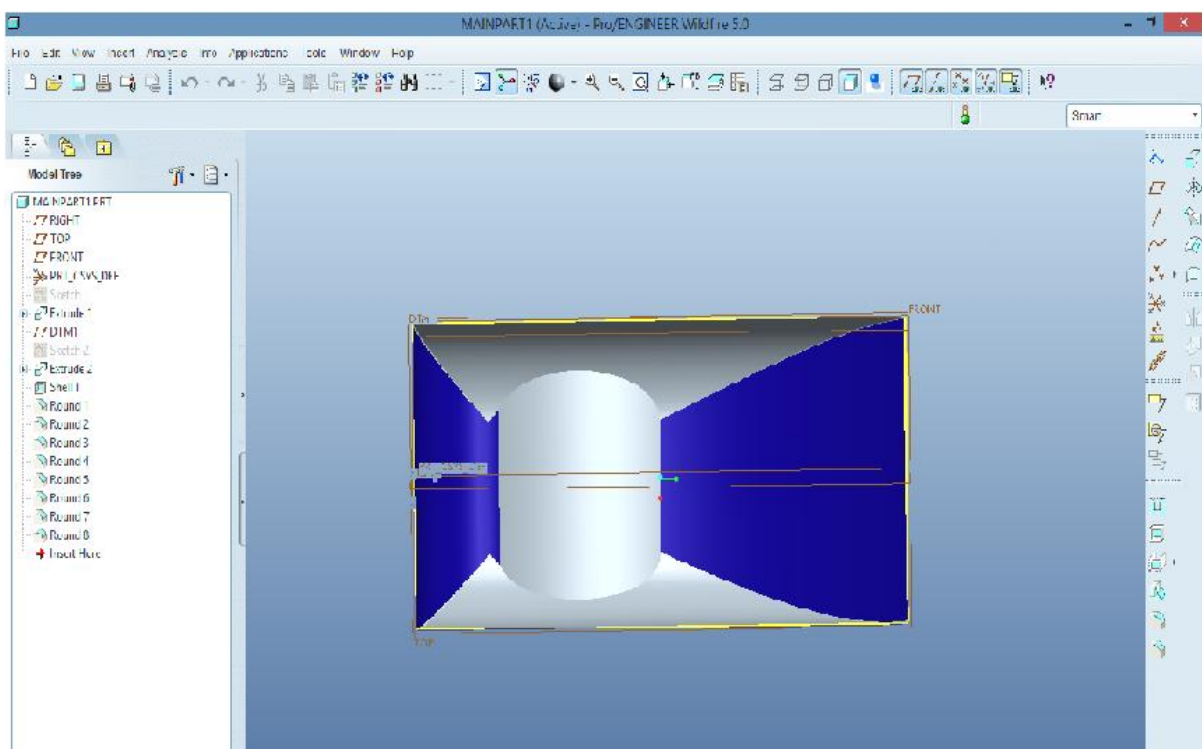


Σχήμα 5.1: Assembly μπαγκαζιέρας οροφής από διάφορες γωνίες λήψης

5.1 Προετοιμασία για την ανάλυση

5.1.1 Εισαγωγή της γεωμετρίας

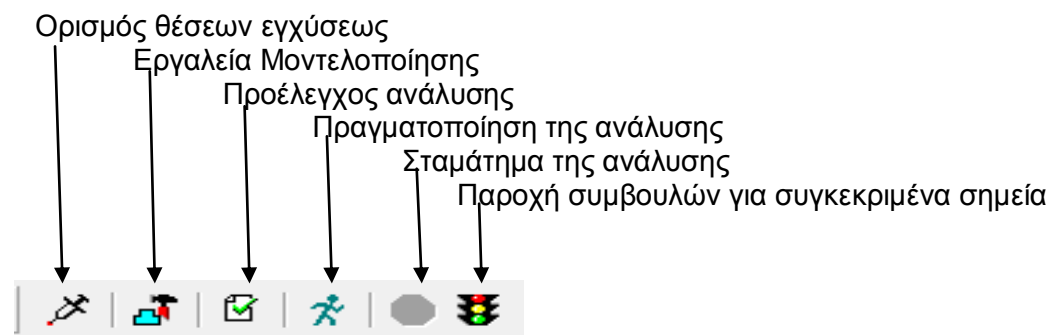
Αρχικά σχεδιάστηκε στο Pro/Engineer η μπαγκαζιέρα οροφής αυτοκινήτου σε τρεις διαστάσεις. Στη συνέχεια για να το εισαγάγουμε στο πρόγραμμα ανάλυσης Plastic Advisor πατάμε **Applications** → **Plastic Advisor** όπου μας ζητείται η υπόδειξη της θέσης ή των θέσεων εγχύσεως. Παρακάμπτουμε αυτήν την επιλογή με **done sel** και μεταφερόμαστε στο παράθυρο του προγράμματος **Plastic Advisor**.




Εικόνα 5.2: Το παράθυρο του Pro Engineer πριν την εισαγωγή του αντικειμένου στο Plastic Advisor

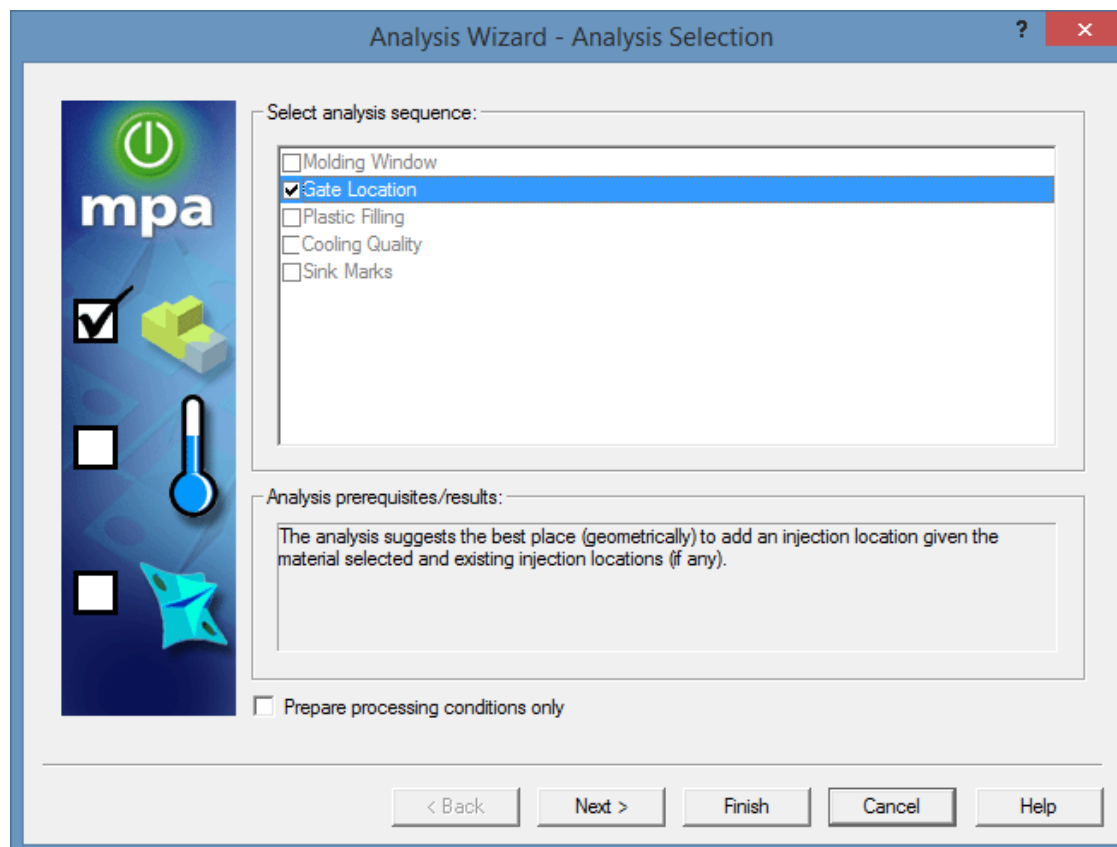
5.1.2 Εργαλειοθήκη προσδιορισμού παραμέτρων της ανάλυσης

Μετά της εισαγωγή της γεωμετρίας στο Plastic Advisor θα πρέπει να ορίσουμε τις παραμέτρους της ανάλυσης, πριν θέσουμε σε λειτουργία τον επιλυτή του λογισμικού. Σε αυτό θα μας βοηθήσει η κύρια εργαλειοθήκη του προγράμματος, της οποίας οι λειτουργίες παρουσιάζονται παρακάτω.



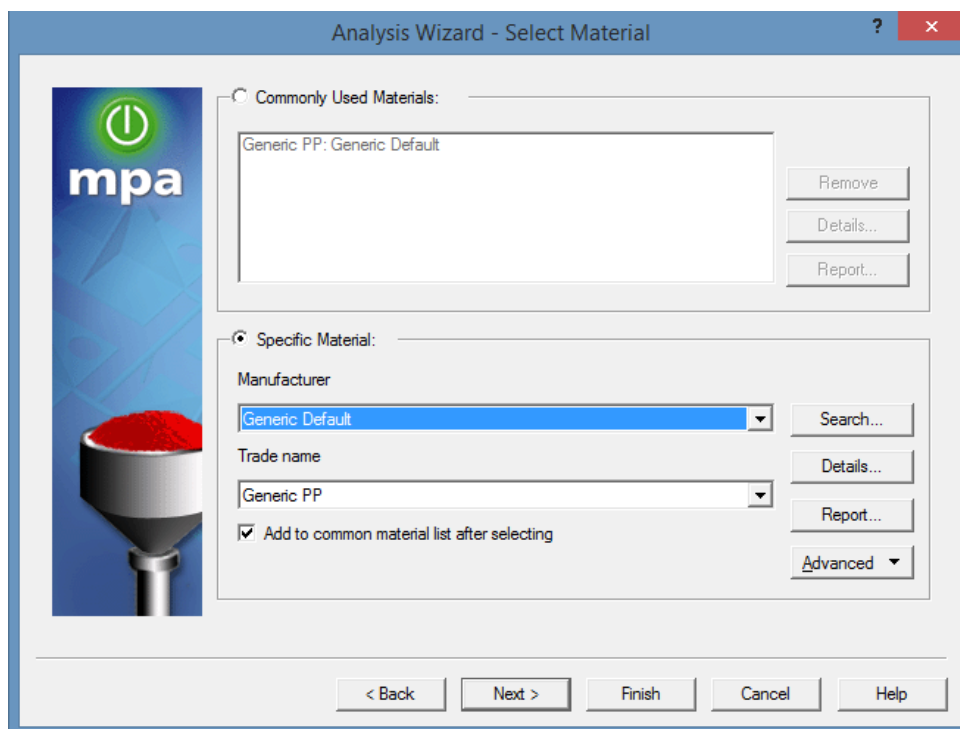
5.1.3 Επιλογή πολυμερούς και θέσης εγχύσεως

Το πρώτο πράγμα που πρέπει να κάνει κάποιος είναι να επιλέξει ένα κατάλληλο πολυμερές από το οποίο θα αποτελείται το αντικείμενό μας. Αυτό γίνεται με το κουμπί . Όπως έχει προαναφερθεί, το πολυμερές αυτό μπορεί να επιλεγεί από τη βάση δεδομένων του προγράμματος που αποτελείται από 4000 διαφορετικά πολυμερή ή εισάγοντας τα δεδομένα ενός άλλου πολυμερούς. Η επιλογή αυτή γίνεται από το **Adviser Analysis Wizard** απ' όπου ανοίγει το παράθυρο **Analysis Wizard**. Αρχικά επιλέγουμε το Gate Location.



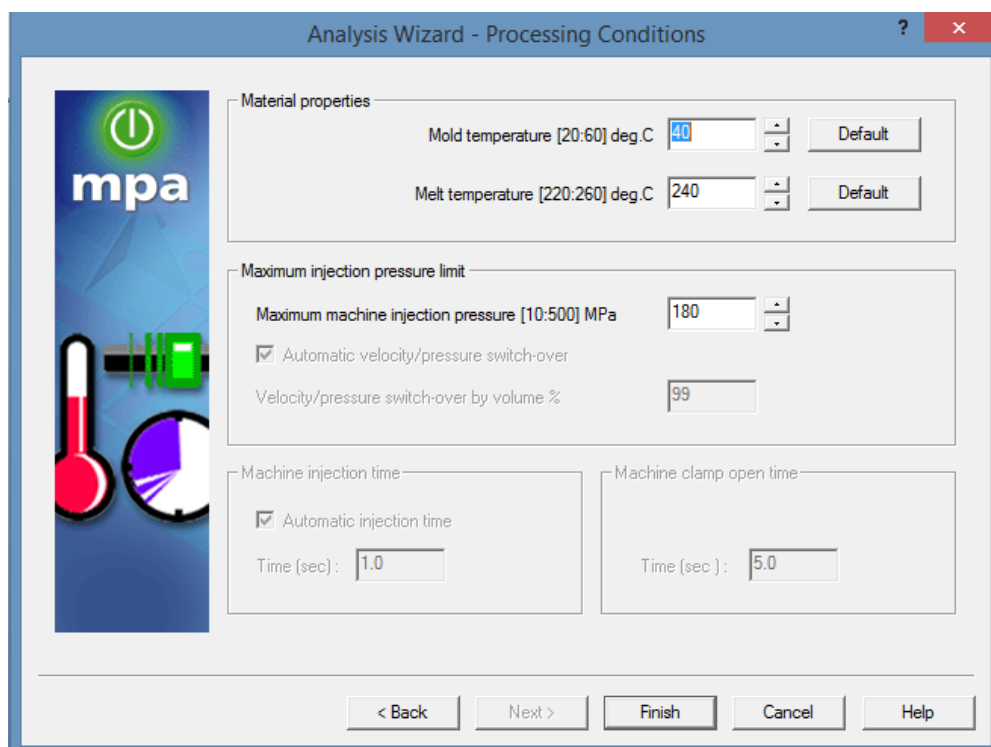
Εικόνα 5.3: Παράθυρο ορισμού του Gate Location

Ακολουθώντας μεταφερόμαστε στο παράθυρο επιλογής του πολυμερούς που θα χρησιμοποιήσουμε στην ανάλυση μας στην συνέχεια.



Εικόνα 5.4: Παράθυρο ορισμού της επιλογής του υλικού Select Material

Πατώντας το Next πηγαίνουμε στις συνθήκες επεξεργασίας όπου βλέπουμε τις ιδιότητες του υλικού, τη θερμοκρασία σχηματισμού και τη θερμοκρασία τήξης. Επίσης εμφανίζεται η μέγιστη πίεση έγχυσης της μηχανής. Πατώντας το Finish ξεκινά η ανάλυση.

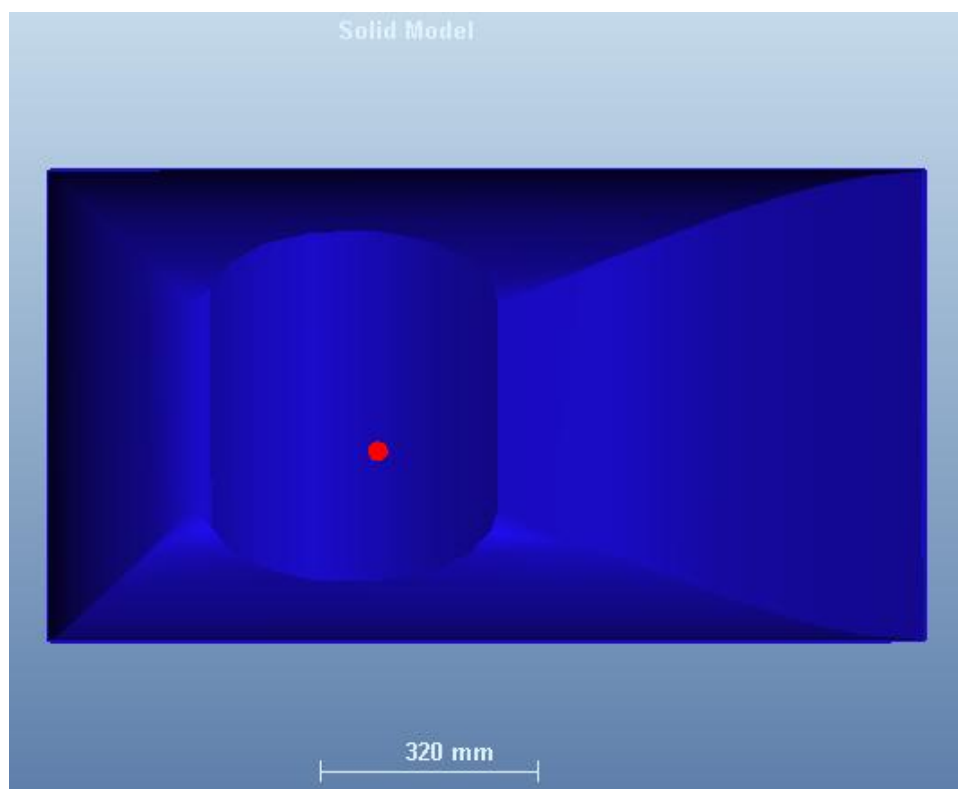


Εικόνα 5.5: Παράθυρο ορισμού των συνθηκών επεξεργασίας του υλικού

Ακολούθως πρέπει να οριστεί η θέση εγχύσεως του πολυμερούς. Αυτό γίνεται με το κουμπί



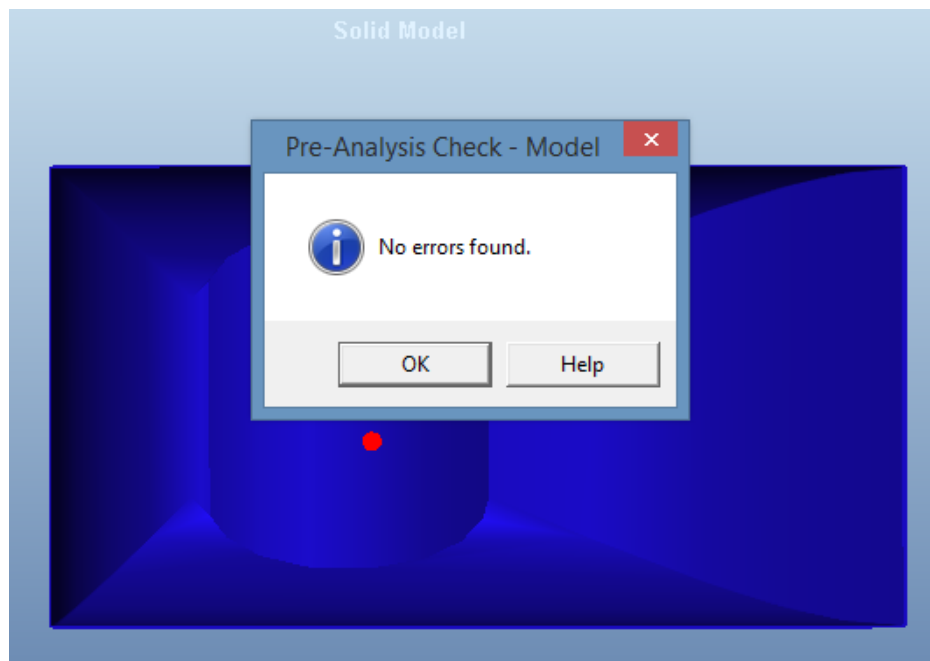
και πατώντας στη συνέχεια πάνω σε ένα σημείο του αντικειμένου.




Εικόνα 5.6: Επιλογή θέσης εγχύσεως

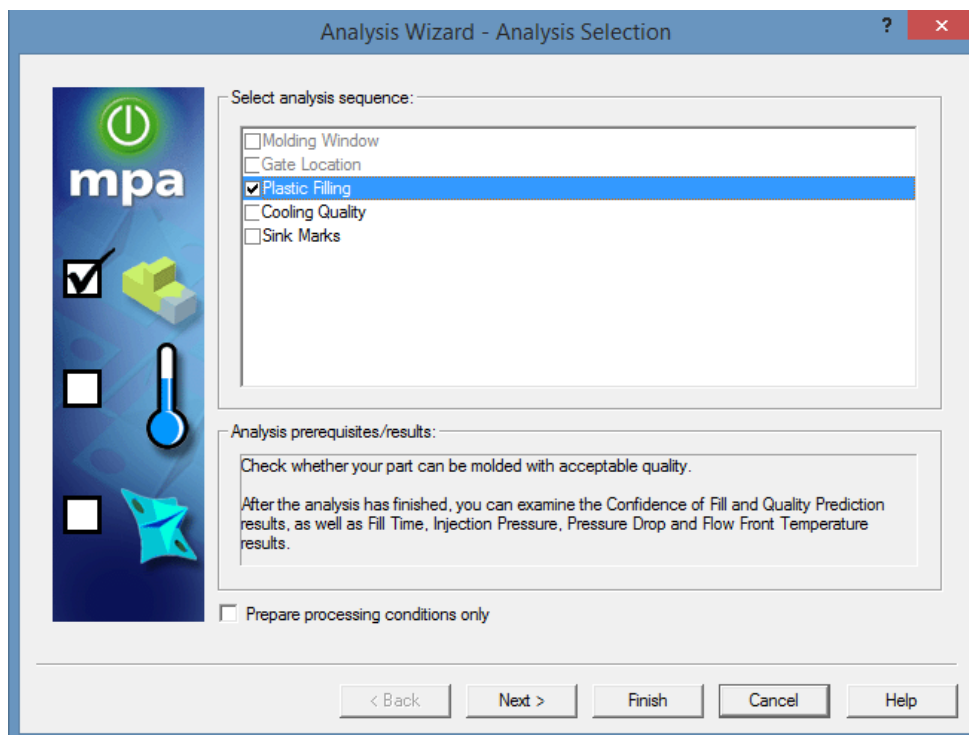
5.1.4 Εκτέλεση μίας ανάλυσης

Αρχικά πρέπει να γίνει ένας προέλεγχος πριν την ανάλυση. Αυτό γίνεται με το κουμπί .



Εικόνα 5.7: Προέλεγχος της ανάλυσης

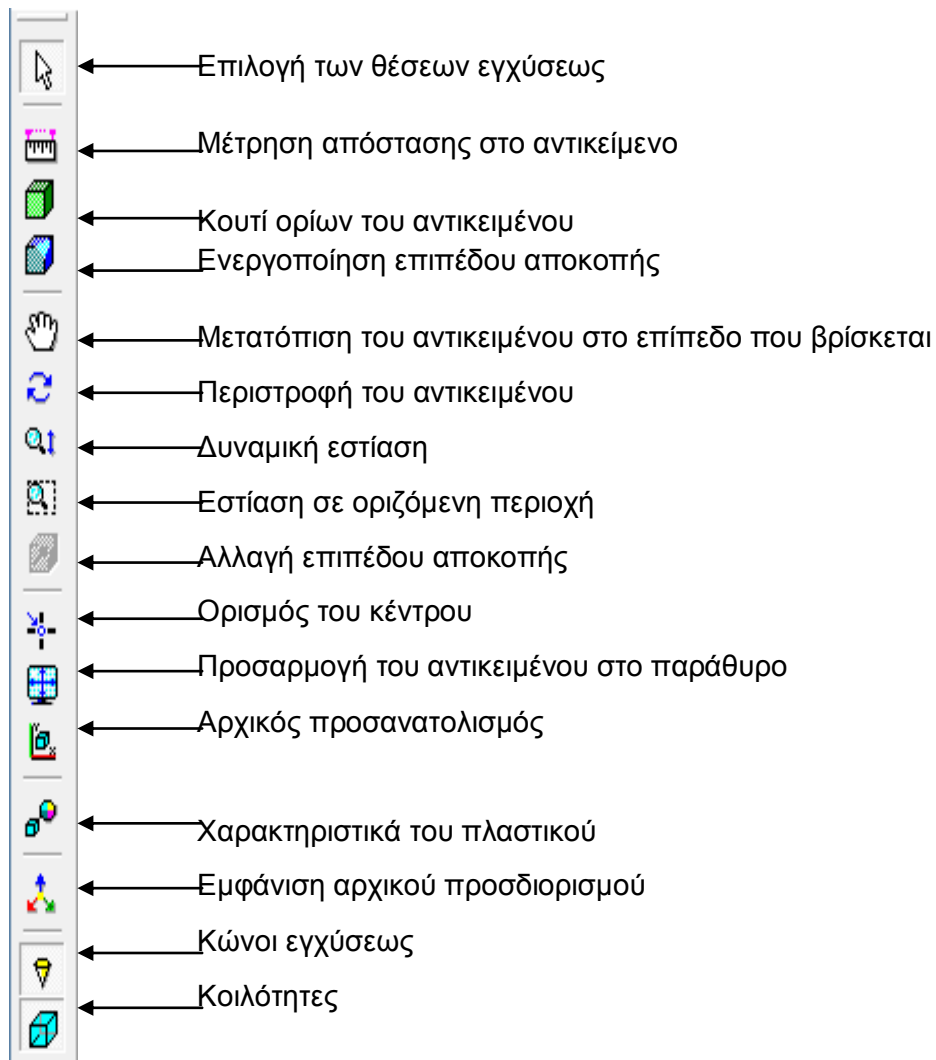
Ακολούθως πατάμε το κουμπί . Η επιλογή αυτή γίνεται από το **Adviser Analysis Wizard** απ' όπου ανοίγει το παράθυρο **Analysis Wizard**. Αρχικά επιλέγουμε το Plastic Filling και επιλέγουμε **Finish**.




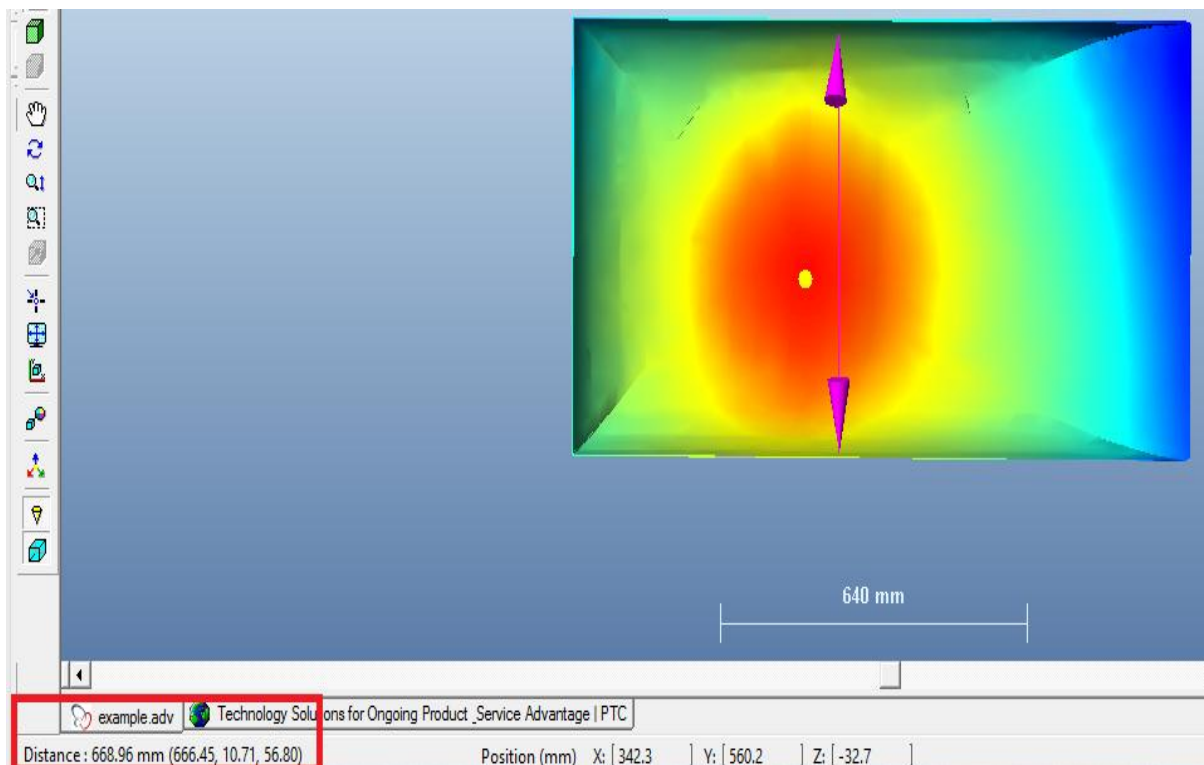
Εικόνα 5.8: Παράθυρο ορισμού του Plastic Filling

5.1.5 Επιλογές εμφάνισης του αντικειμένου



Μέσω της εργαλειοθήκης που υπάρχει στα πλάγια μπορούμε να επιτελέσουμε διάφορες ενέργειες όπως:



Πιο συγκεκριμένα, για τη μέτρηση μιας απόστασης πάνω στο αντικείμενο πατάμε το εικονίδιο . Έτσι ενεργοποιείται η λειτουργία μέτρησης. Πατώντας πάνω στο αντικείμενο βλέπουμε τις συντεταγμένες του σημείου στη γραμμή κατάστασης. Κρατώντας πατημένο το κουμπί και σύροντας σε ένα άλλο σημείο βλέπουμε στη γραμμή κατάστασης την απόσταση από το πρώτο σημείο και τις συντεταγμένες του.

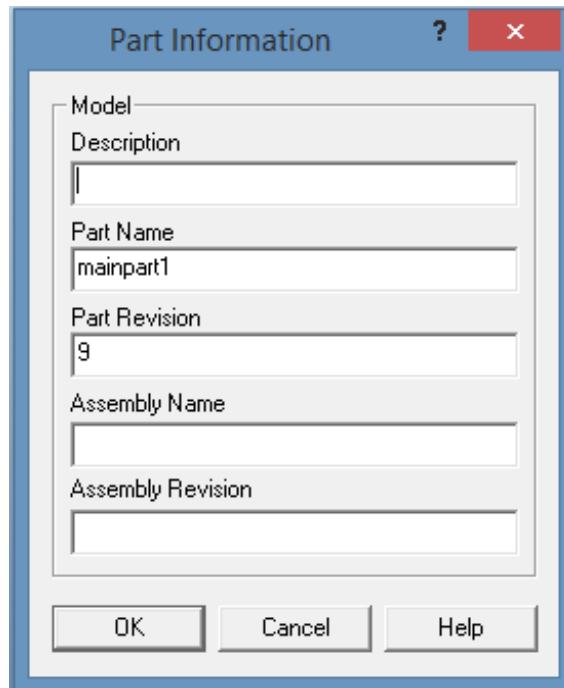


Εικόνα 5.9: Μέτρηση απόστασης στο Plastic Advisor

Έχοντας ενεργοποιημένο το επίπεδο αποκοπής  πατάμε το κουμπί μετακίνησης του επιπέδου αποκοπής  . Μετακινώντας κάθετα το δείκτη μπορούμε να αλλάξουμε το επίπεδο αποκοπής (βρίσκεται κάθετα στην οθόνη και “κόβει” το αντικείμενο ώστε να μπορούμε να δούμε εσωτερικές περιοχές του).

Το παράθυρο ιδιοτήτων αντικειμένου επιτρέπει την καταγραφή πληροφοριών για το αντικείμενο, όπως: το όνομα του αντικειμένου, μian περιγραφή καθώς και πληροφορίες για την επανεξέταση και τη συναρμολόγηση.

Οι πληροφορίες του αντικειμένου επειδή «σώζονται» μέσα στο ίδιο το αρχείο αποτελούν ένα χρήσιμο τρόπο καταγραφής περιεκτικών πληροφοριών για το αντικείμενο. Για να προβάλλονται αυτές οι πληροφορίες στην οθόνη μαζί με το μοντέλο, πατάμε File→ Preferences→ Display tab και σιγουρευόμαστε ότι είναι επιλεγμένο το Display Part Information. Για την εισαγωγή των πληροφοριών πατάμε Edit →Part Information και «ανοίγει» το εν λόγω παράθυρο.



Part Information

Model

Description

Part Name

mainpart1

Part Revision

9

Assembly Name

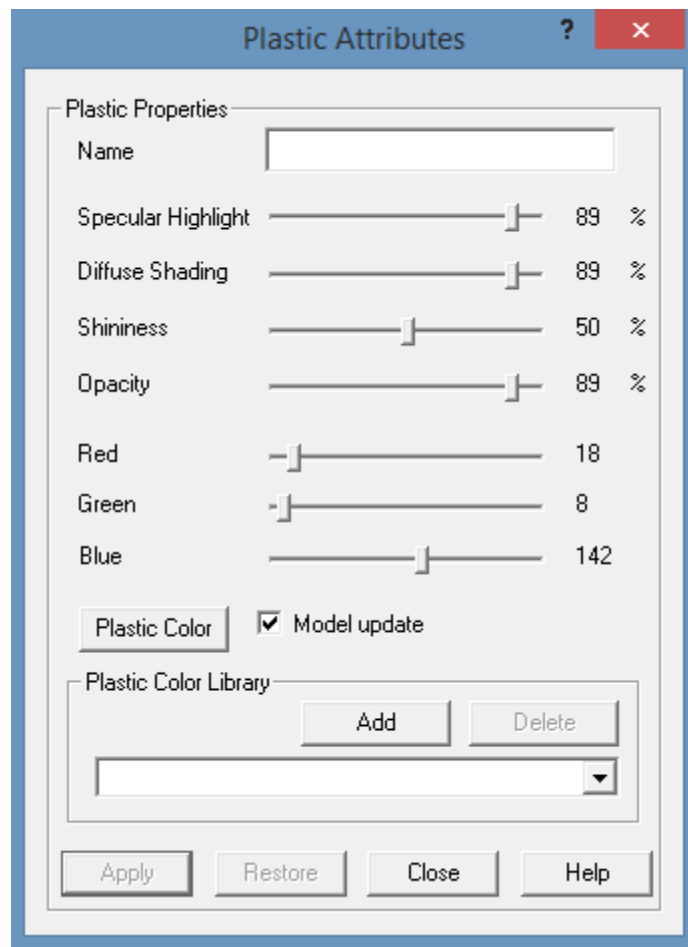
Assembly Revision

OK Cancel Help

Σχήμα 5.10: Παράθυρο πληροφοριών του αντικειμένου

Για την αλλαγή των ιδιοτήτων του πλαστικού, πατάμε Display→ Plastic Attributes. Ακολουθώντας, εμφανίζεται το παρακάτω παράθυρο όπου και εισαγάγουμε το όνομα, το χρώμα, το κατοπτρικό φωτισμό, τη διάχυση, τη φωτοσκίαση, τη λαμπρότητα και την αδιαφάνεια του αντικειμένου.





Σχήμα 5.11: Παράθυρο αλλαγής ιδιοτήτων του αντικειμένου

Το παραπάνω παράθυρο (παράθυρο ιδιοτήτων πλαστικού) ρυθμίζει επίσης και την εμφάνιση του αντικειμένου στο Plastic Advisor. Μέσω αυτού μπορεί να αλλαχθεί η λαμπρότητα, η σκίαση, η αδιαφάνεια και το χρώμα και στη συνέχεια η εφαρμογή των αλλαγών στο προβαλλόμενο αντικείμενο. Μπορεί κάποιος να σώσει τις αλλαγές αυτές στη βιβλιοθήκη χρωμάτων του προγράμματος Plastic Color Library και τη χρήση τους σε άλλα μοντέλα αντικειμένων.

Βιβλιοθήκη χρωμάτων πλαστικού

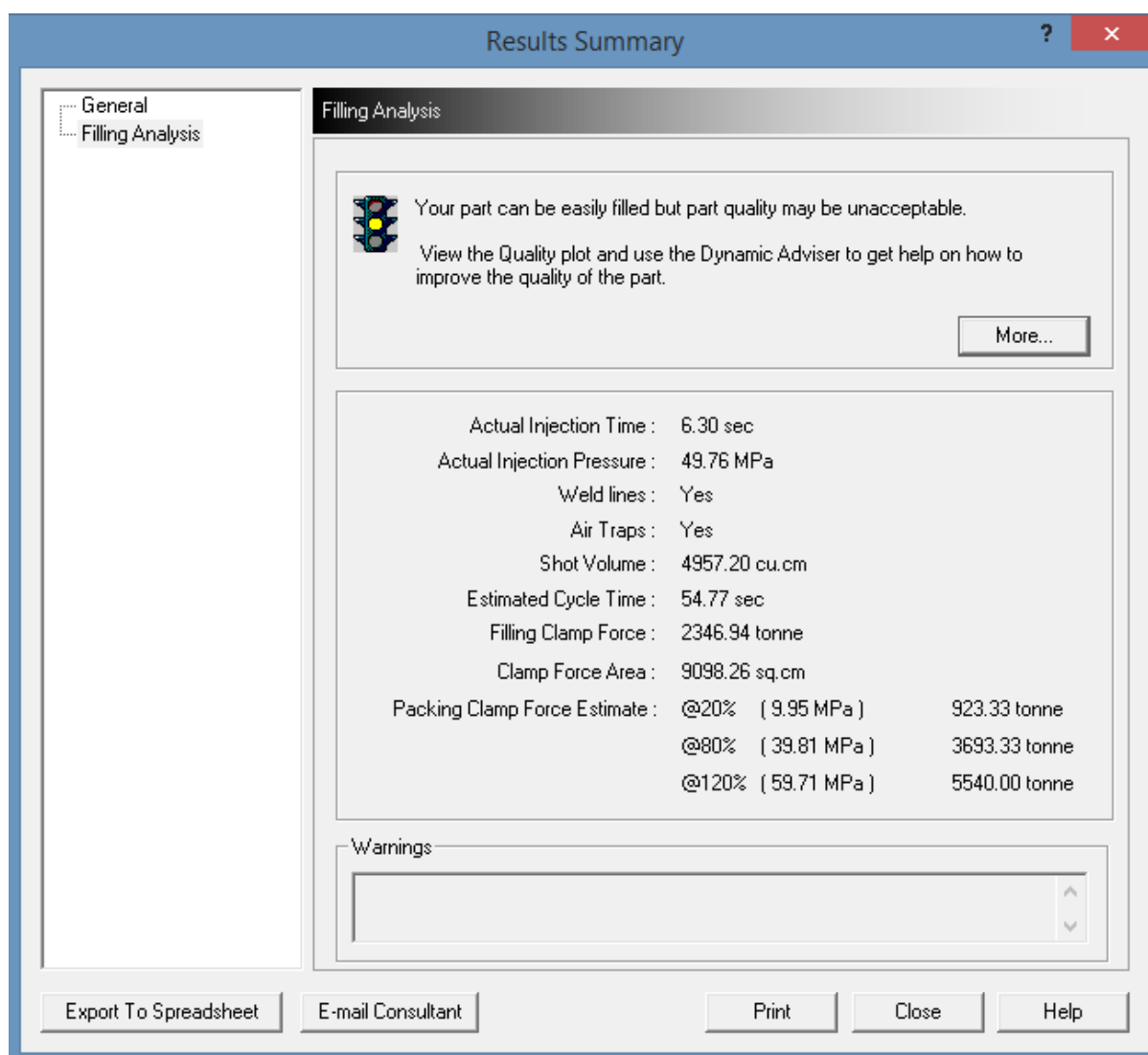
Για το σώσιμο ιδιοτήτων του πλαστικού στη βάση δεδομένων του προγράμματος πατάμε Add, ενώ για την εισαγωγή τους σε άλλο αντικείμενο επιλέγουμε από την πτυσσόμενη λίστα.

5.2 Προβολή των αποτελεσμάτων

5.2.1 Παράθυρο Σύνοψης των αποτελεσμάτων

Μετά το τέλος της ανάλυσης του αντικειμένου εμφανίζεται η σύνοψη των αποτελεσμάτων, όπου στο πάνω μέρος προβάλλονται με χρωματική εναλλαγή η ικανότητα πλήρωσης του αντικειμένου και η περίληψη του αποτελέσματος. Λίγο πιο κάτω αναφέρονται λεπτομέρειες όπως το όνομα του αντικειμένου, ο προμηθευτής του υλικού, η εμπορική ονομασία του πολυμερούς, οι θερμοκρασίες εγχύσεως, ο χρόνος εγχύσεως, η πίεση εγχύσεως, η ύπαρξη γραμμών σύνδεσης, η ύπαρξη φυσαλίδων αέρα, καθώς και προειδοποιήσεις (αν υπάρχουν).

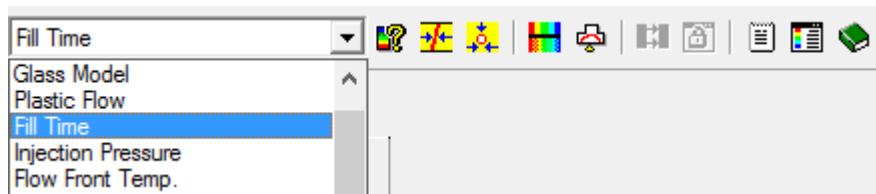
Τέλος υπάρχει η δυνατότητα εξαγωγής των δεδομένων της ανάλυσης σε κάποιο λογιστικό φύλλο όπως το Excel.




Σχήμα 5.12: Σύνοψη των αποτελεσμάτων της ανάλυσης

5.2.2 Εργαλειοθήκη αποτελεσμάτων


Η εργαλειοθήκη αποτελεσμάτων (Results) εμφανίζεται από το **View→Toolbars→Results** και δίνει τη δυνατότητα εμφάνισης της γραφικής αναπαράστασης: του στερεού, του μοντέλου από γυαλί, της ροής του πλαστικού, της εμπιστοσύνης της πλήρωσης, του χρόνου πλήρωσης, της πτώσης της πίεσης, της πίεσης εγχύσεως και της θερμοκρασίας του μετώπου ροής.



Το κουμπί παρουσιάζει  τη βοήθεια στα αποτελέσματα που εμφανίζονται.

Το κουμπί παρουσιάζει  τις γραμμές σύνδεσης.

Το κουμπί παρουσιάζει  τις εγκλωβισμένες φυσαλίδες.

Το κουμπί  παρουσιάζει το αντικείμενο με όσο το δυνατόν λιγότερες χρωματικές εναλλαγές.

Το κουμπί  παρουσιάζει το αντικείμενο με μια χρωματική εναλλαγή.

Το κουμπί  ανοίγει το παράθυρο εισαγωγής σημειώσεων.

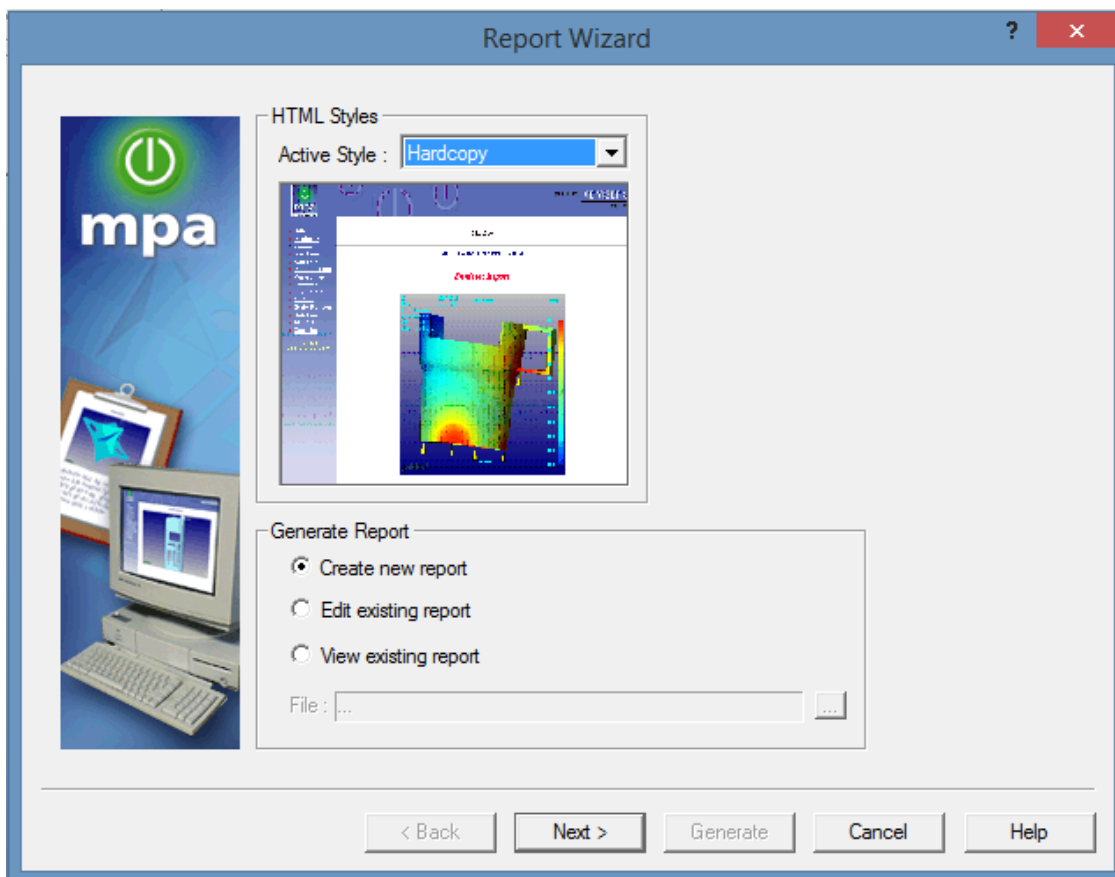
Το κουμπί  ανοίγει το παράθυρο αναφοράς της σύνοψης.

Το κουμπί  ανοίγει το παράθυρο δημιουργίας της αναφοράς.

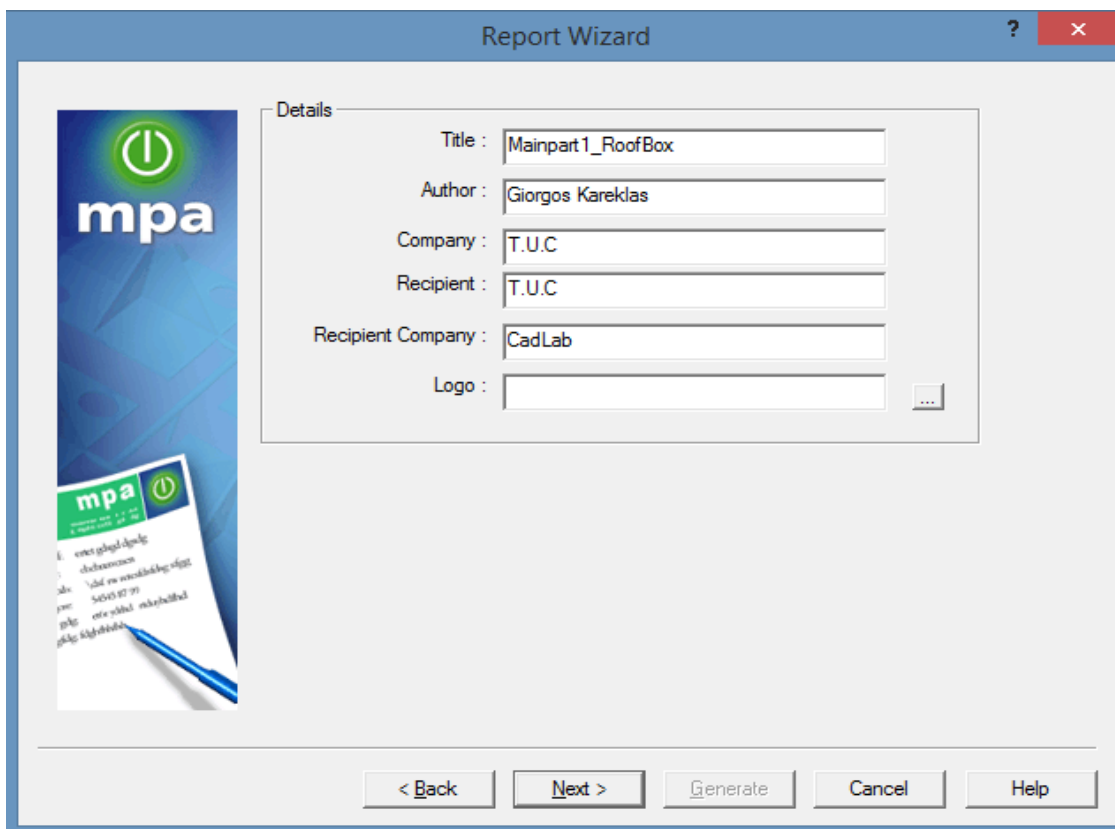
5.2.3 Αναφορά των αποτελεσμάτων

Ειδικά για την αναφορά των αποτελεσμάτων υπάρχει ειδική φόρμα, στην οποία επιλέγουμε τα τμήματα των αποτελεσμάτων που θέλουμε να περιλαμβάνονται σε αυτή. Η αναφορά δημιουργείται σε HTML και προβάλλεται στον Internet Explorer ή στον φυλλομετρητή (Browser) της επιλογής μας.

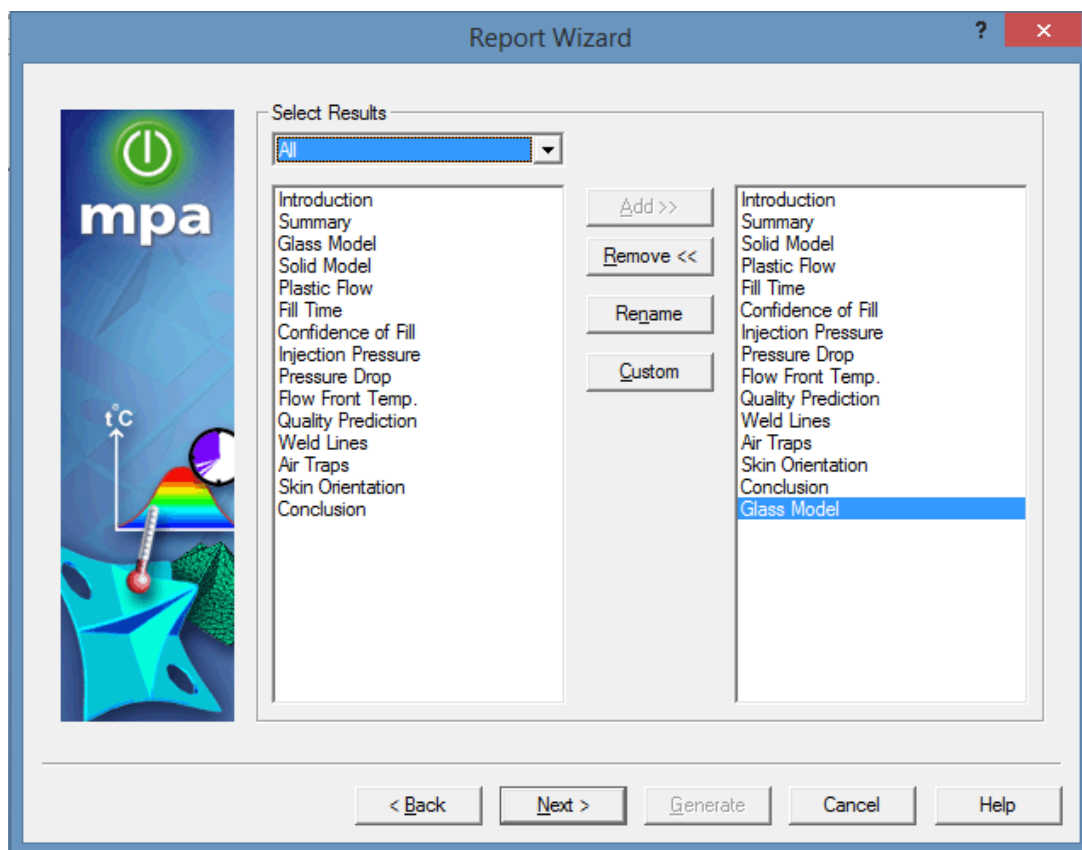
Συγκεκριμένα δίνεται η δυνατότητα εισαγωγής επικεφαλίδας της αναφοράς, το όνομα του δημιουργού και επικεφαλίδα του δημιουργού. Υπάρχουν προεπιλεγμένα όλα τα στοιχεία και οι προβολές που αποτελούν το αποτέλεσμα της ανάλυσης, ενώ μπορούμε να επιλέξουμε αν θα εμφανίζεται ο κώδικας VRML, η προσομοίωση της πλήρωσης και οι σημειώσεις κάθε προβολής.



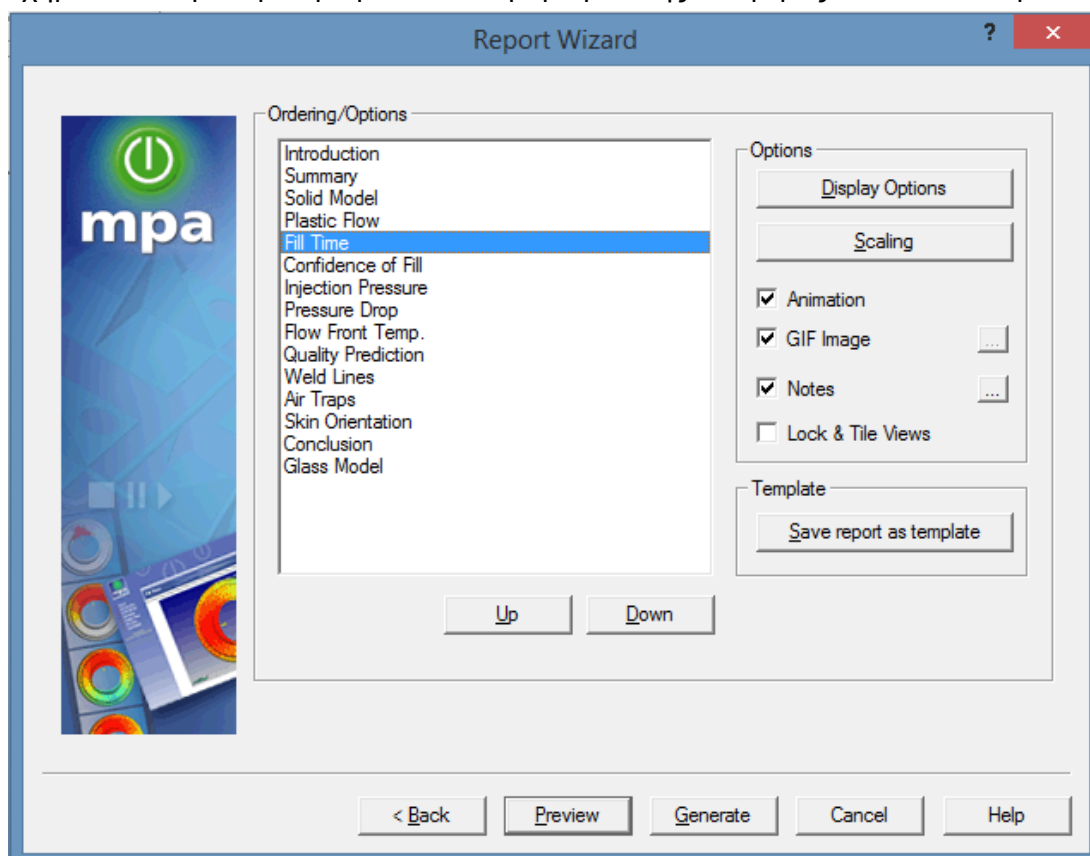
Σχήμα 5.13: Παράθυρο ορισμού της αναφοράς



Σχήμα 5.14: Παράθυρο ορισμού πληροφοριών και επικεφαλίδων της αναφοράς



Σχήμα 5.15 Παράθυρο ορισμού των παραμέτρων της αναφοράς των αποτελεσμάτων



Σχήμα 5.16: Παράθυρο ορισμού των παραμέτρων και παραγωγή της αναφοράς των αποτελεσμάτων

5.3 Επιπλέον δυνατότητες του λογισμικού

5.3.1 Εργαλειοθήκη προβολών



Με τη επιλογή της προβολής **Fill Time** ενεργοποιείται η γραμμή εργαλείων προβολής όπου πατώντας το:


► **Play** μπορούμε να δούμε την πλήρωση βήμα-βήμα.


↺ **Loop** επαναλαμβάνεται συνεχώς η προβολή.

↔ **Flap Playback** επαναλαμβάνεται συνεχώς η προβολή από την αρχή στο τέλος και το αντίστροφο.

5.3.2 Γραμμή προβολών



Μέσω της γραμμής προβολών μπορούμε να δούμε το αντικείμενο από έντεκα προεπιλεγμένες γωνίες λήψης και απ' όποια άλλη έχουμε σώσει με το κουμπί  στη βάση δεδομένων του προγράμματος.

Με το κουμπί  αυτό μπορούμε να πάρουμε φωτογραφία το αντικείμενό μας στη γωνία λήψης που βρίσκεται και να το επικολλήσουμε σε επεξεργαστή κειμένου ή σε επεξεργαστή εικόνας.

5.3.3 Παράμετροι εμφάνισης και λειτουργίας του MPA

Για την πρόσβαση του πατάμε **File** → **Preferences**. Στο παράθυρο αυτό ορίζονται οι προτιμήσεις του χρήστη για τον τρόπο εμφάνισης και λειτουργίας του λογισμικού MPA.

1. Display..... Στο πρώτο πεδίο ορίζεται η επιλογή εμφάνισης ή όχι

- των συμβουλών εργαλείων (Display Tool Tips).
- του αντικειμένου με προοπτική (Display Perspective).
- των πληροφοριών του αντικειμένου (Display Part Information).
- των αξόνων περιστροφής (Display Rotation Axes).
- εμφάνισης της κλίμακας του αντικειμένου (Display Scale).
- στιγμιαία περιστροφή (Velocity Spin).
- δυναμική περιστροφή μεταξύ των διαφόρων οπτικών γωνιών (Dynamic View Change).
- περιστροφή ως τρισδιάστατο μοντέλο στο οποίο αντιπροσωπεύονται μόνο γραμμές και κορυφές.

Επίσης δίνεται η δυνατότητα επιλογής του χρώματος κειμένου (Text Color) καθώς και του χρώματος του φόντου (Background Color).

2. Background..... Στο δεύτερο πεδίο μπορούμε να επιλέξουμε αν το φόντο θα είναι μονόχρωμο (Plain), βαθμωτό (Gradient) με τέσσερα χρώματα της επιλογής μας ή μια εικόνα (Image) της οποίας ορίζουμε τη θέση στον υπολογιστή.

3. Units Στο τρίτο πεδίο ορίζεται ο τρόπος εμφάνισης των μονάδων μέτρησης της ημερομηνίας και του μήκους.

4. External Programs.... Στο τέταρτο πεδίο ορίζονται οι θέσεις στον υπολογιστή μας του προγράμματος φυλλομέτρησης ιστοσελίδων και του λογιστικού φύλου που θέλουμε να χρησιμοποιήσουμε για την εξαγωγή των αποτελεσμάτων της ανάλυσης.

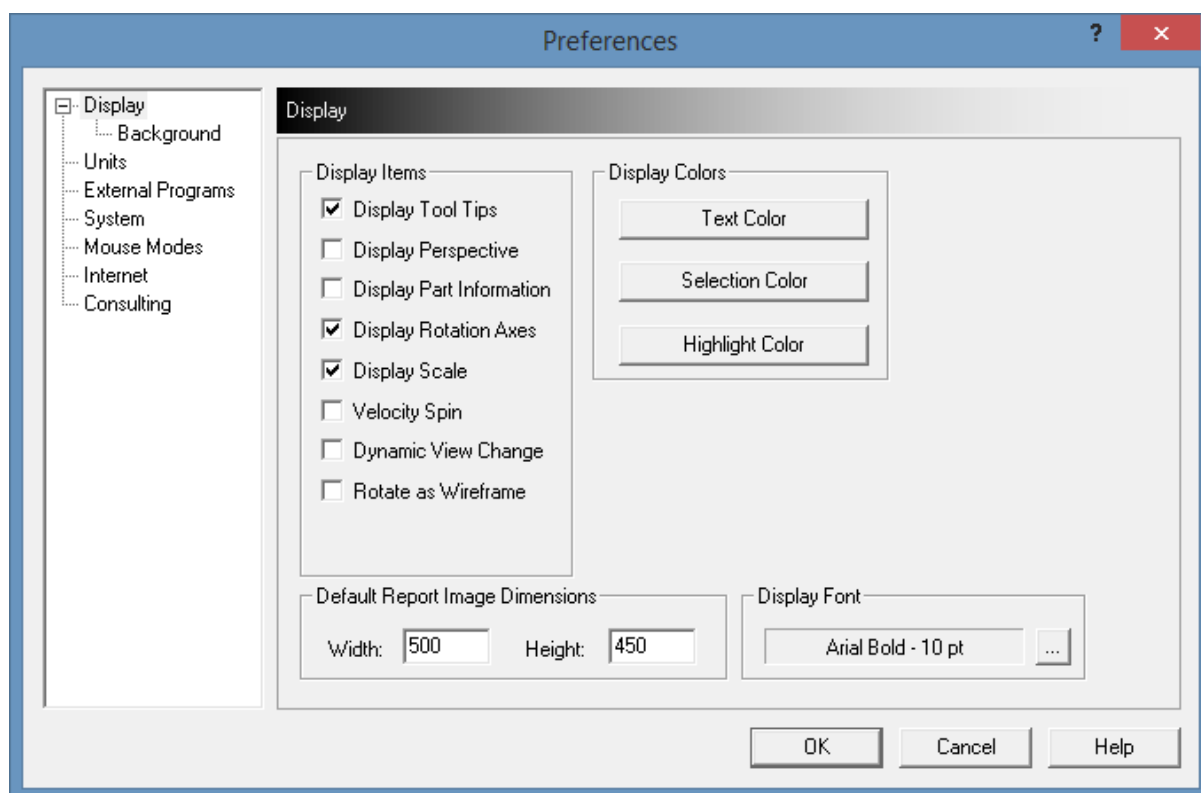
5. System Στο πέμπτο πεδίο ορίζονται ορισμένοι παράμετροι του συστήματος όπως:

- ο αριθμός προβαλλομένων στιγμιότυπων κατά τη δυναμική προσομοίωση (όσο μεγαλύτερος είναι αυτός ο αριθμός τόσο μεγαλύτερα θα είναι τα αρχεία Gif που δημιουργούνται, αλλά και τόσο καλύτερη η αναπαράσταση της μορφοποίησης).
- ο χρόνος παρουσίασης της προσομοίωσης στο διαδίκτυο.
- ο αριθμός βημάτων προς αναίρεση που αποθηκεύονται στη μνήμη του υπολογιστή (όσο περισσότερα είναι τόσο μεγαλύτερος χώρος καταλαμβάνεται στη μνήμη, οπότε καλή θα ήταν η αποφυγή μεγάλων τιμών).
- ο αριθμός συχνής χρησιμοποίησης υλικών.

6. Mouse Modes..... Στο έκτο πεδίο ορίζονται οι συνδυασμοί κουμπιών του ποντικιού και του πληκτρολογίου για τη συντομευμένη εκτέλεση κάποιων λειτουργιών.

7. Internet..... Στο έβδομο πεδίο ορίζονται το ιστολόγιο και η λίστα από τις ιστοσελίδες που θα ανοίξουν κατά την έναρξη του προγράμματος.

8. Consulting..... Στο όγδοο πεδίο ορίζονται οι συμβουλευτικές υπηρεσίες.



Σχήμα 5.17: Παράθυρο εισαγωγής παραμέτρων λειτουργίας και εμφάνισης του Plastic Advisor

5.4 Αποτελέσματα Εφαρμογής και ανάλυσή τους

5.4.1 Αναφορά άνω κυρίου μέρους

Η εφαρμογή περιλαμβάνει την εισαγωγή του αντικειμένου από ένα πρόγραμμα τρισδιάστατης μοντελοποίησης όπως το Pro/E στο Plastic Advisor. Μετά την εισαγωγή του είναι απαραίτητος ο ορισμός των παραμέτρων της έγχυσης.

Όπως βλέπουμε και στη σύνοψη των αποτελεσμάτων στον πίνακα που ακολουθεί, χρησιμοποιήσαμε το πολυαιθυλένιο GenericPP της εταιρείας Generic Default, με χρόνο έγχυσης 6,17 sec, πίεση εγχύσεως 50,93 MPa, μέγιστη πίεση εγχύσεως 180 MPa, θερμοκρασία τηγμένου υλικού 240 βαθμούς Κελσίου και θερμοκρασία καλουπιού 40 βαθμούς αντίστοιχα. Πρέπει να τονίσουμε ότι ο χρόνος εγχύσεως σε αυτήν την πρώτη προσομοίωση υπολογίστηκε αυτόματα από το πρόγραμμα.

Στη συνέχεια ορίστηκε η θέση εγχύσεως του πολυμερούς. Επιλέχθηκε μια μεσαία ακμή προκειμένου να επιτευχθούν ομαλά μέτωπα ροής του υλικού και είναι αυτή που φαίνεται στο σχήμα 5.18.

T.U.C.

MOLDFLOW PLASTICS ADVISERS REPORT

MainPart1_RoofBox

Prepared By: Giorgos Kareklas



Prepared for: T.U.C.

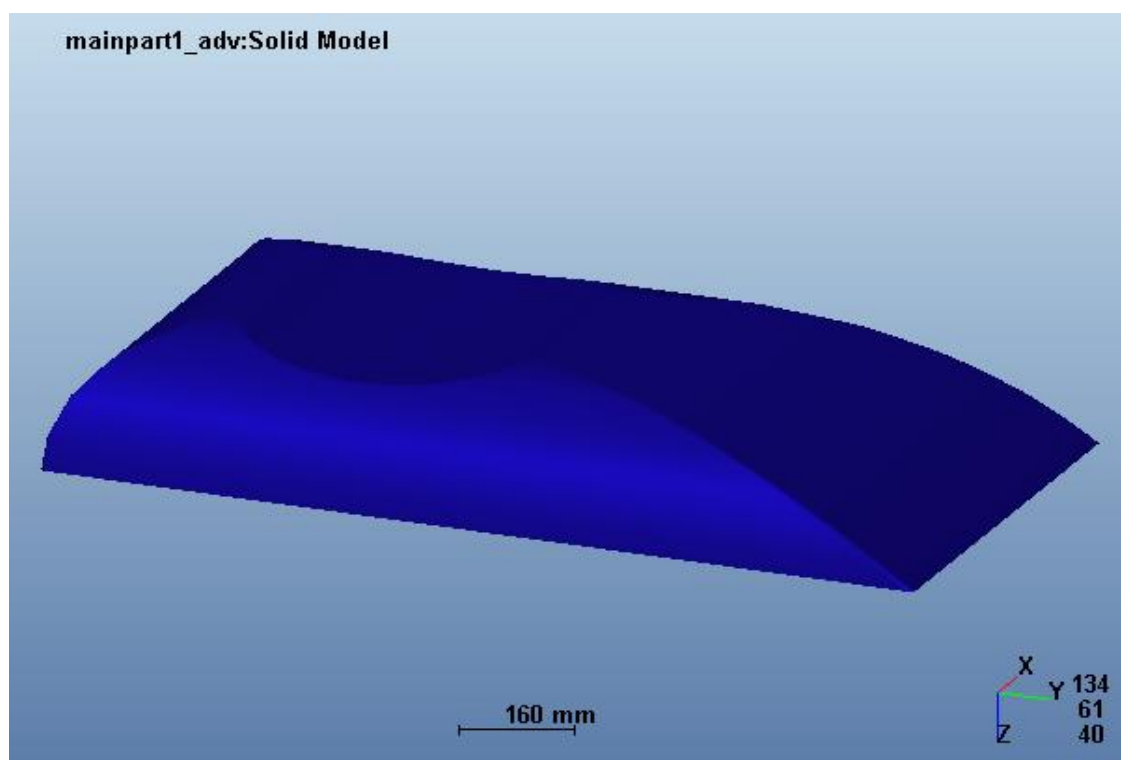
CadLab

Date: 05/May/2014

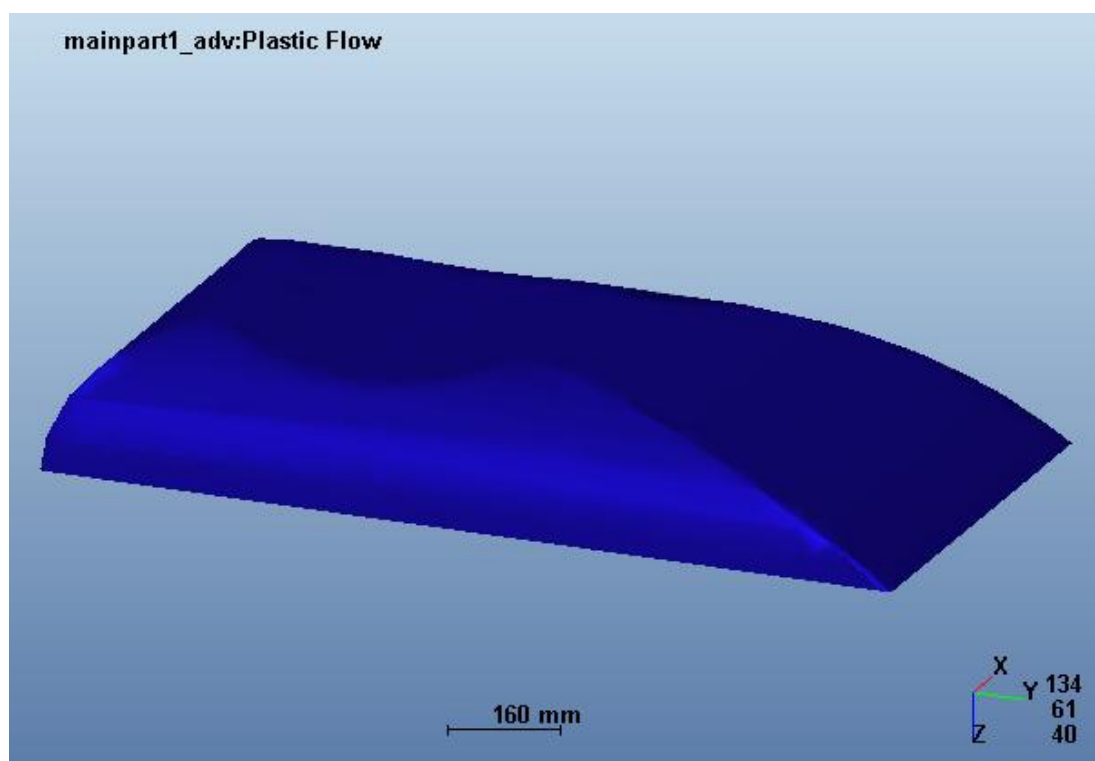
Release Level:	7.0
mainpart1_adv	
Part Name:	mainpart1
Part Revision:	9
Material Supplier:	Generic Default
Material Grade:	Generic PP
Max Injection Pressure:	180.00 MPa
Mold Temperature:	40.00 deg.C
Melt Temperature:	240.00 deg.C
Model Suitability:	Part model was highly suitable for analysis.
Filling Analysis	mainpart1_adv
Moldability:	<p>Your part can be easily filled but part quality may be unacceptable.</p> <p>View the Quality plot and use the Dynamic Adviser to get help on how to improve the quality of the part.</p>
Confidence:	Medium
Injection Time:	6.17 sec
Injection Pressure:	50.93 MPa
Weld Lines:	Yes
Air Traps:	Yes
Shot Volume :	4957.20 cu.cm
Filling Clamp Force:	2443.38 tonne
Packing Clamp Force Estimate @20%:	(10.19)MPa 944.95 tonne
Packing Clamp Force Estimate @80%:	(40.74)MPa 3779.80 tonne

Packing Clamp Force Estimate @120%:	(61.11)MPa 5669.70 tonne
Clamp Force Area:	9098.26 sq.cm
Cycle Time:	54.69 sec

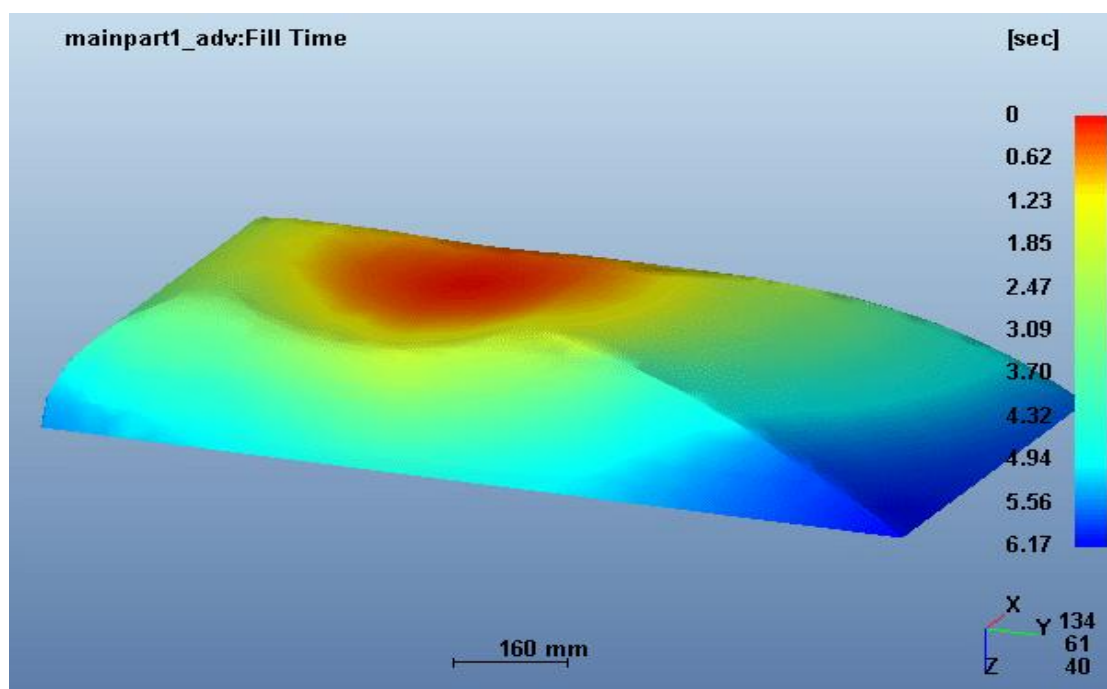
Πίνακας 5.1: Αναφορά παραμέτρων χύτευσης άνω κυρίου μέρους



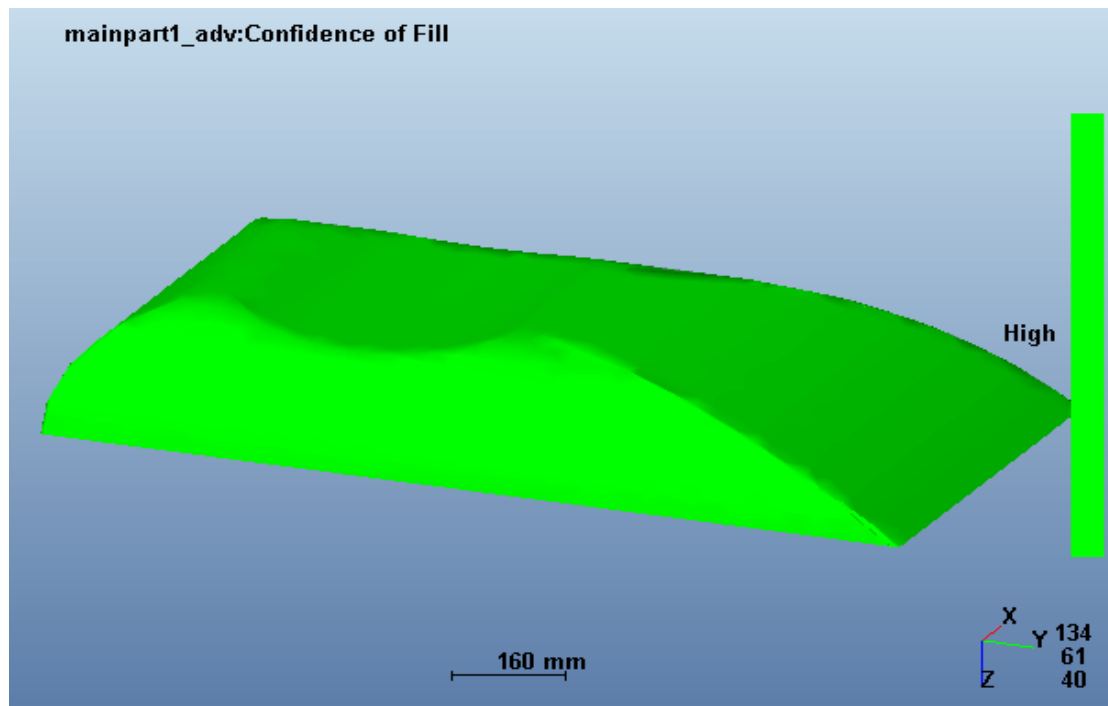
Εικόνα 5.18: Στερεό μοντέλο



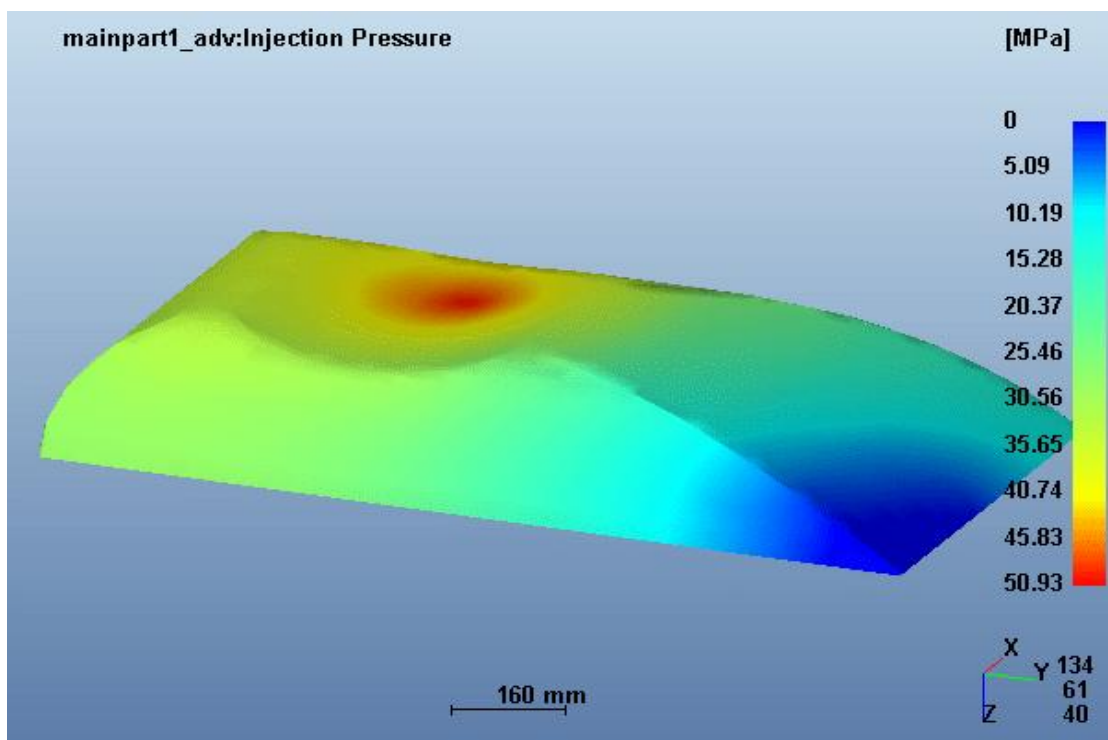
Σχήμα 5.19: Ροή του πλαστικού



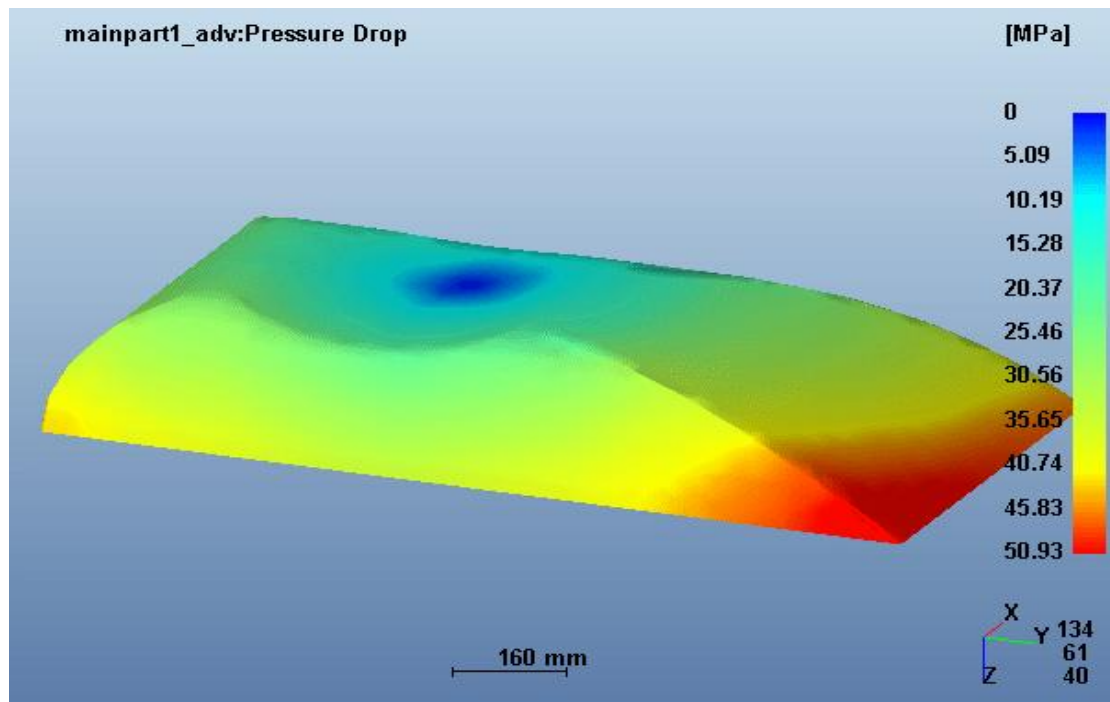
Σχήμα5.20: Χρόνος πλήρωσης



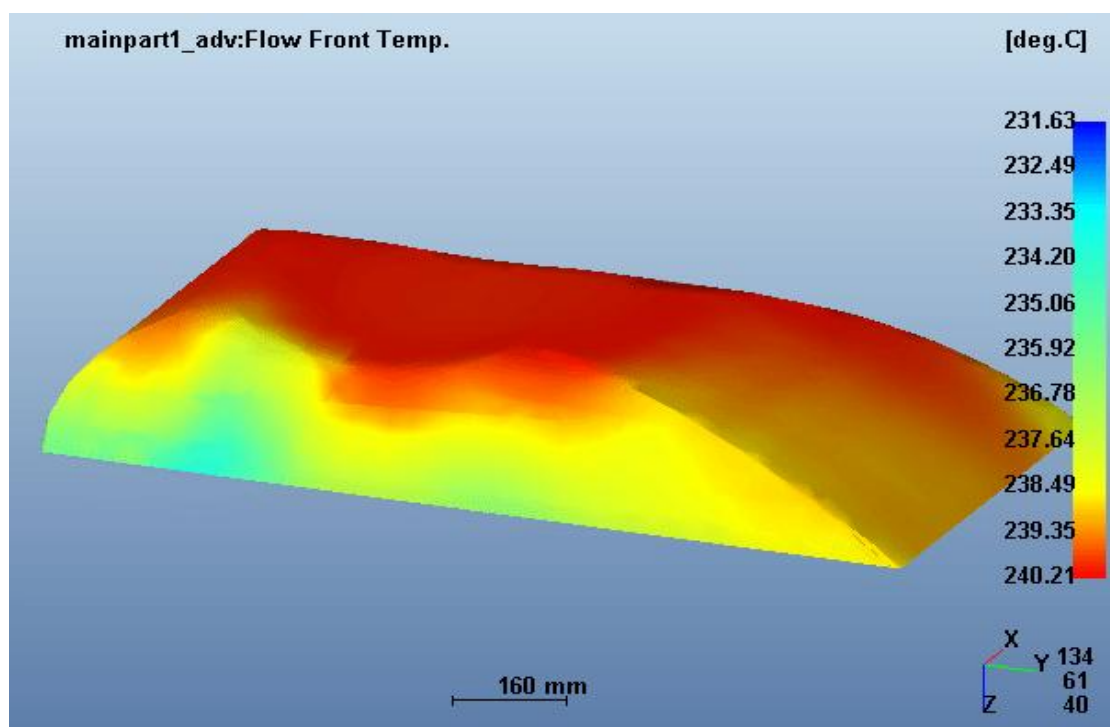
Σχήμα 5.21: Εμπιστοσύνη της πλήρωσης



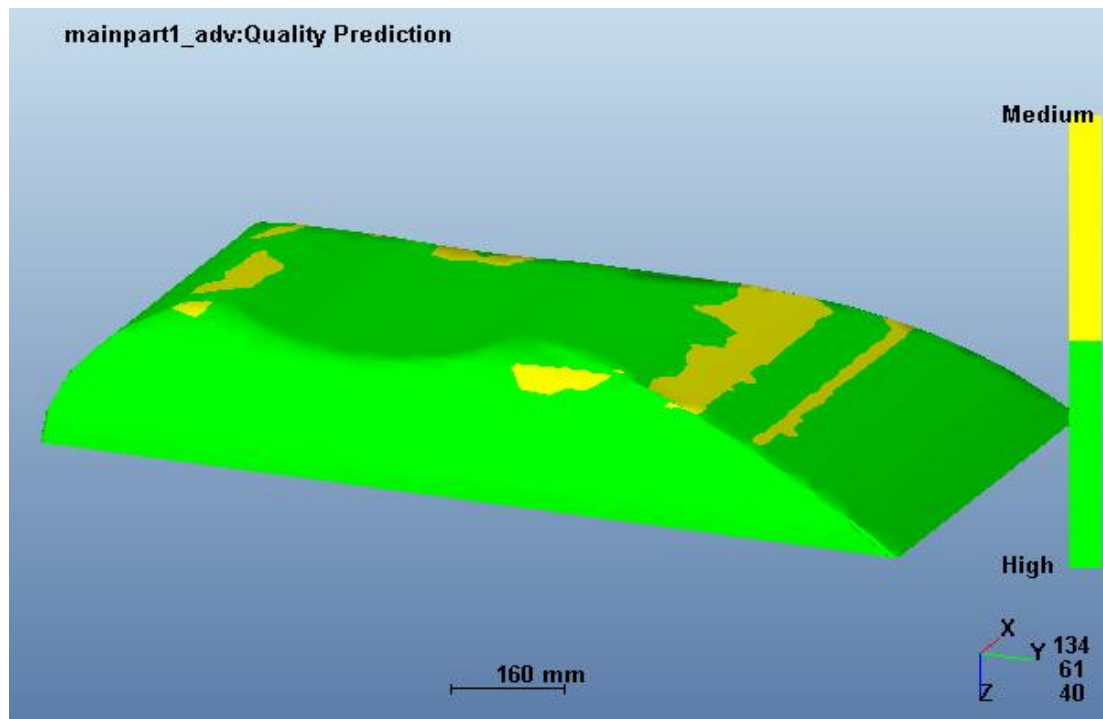
Σχήμα 5.22: Πίεση εγχύσεως



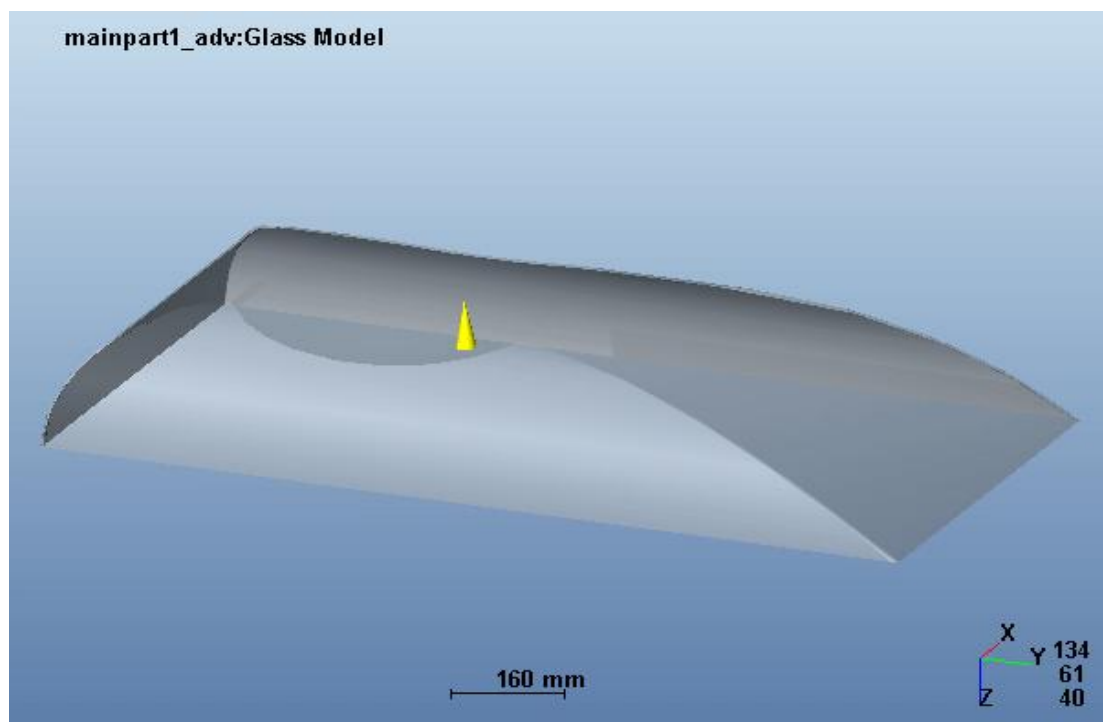
Σχήμα 5.23: Πτώση πίεσης



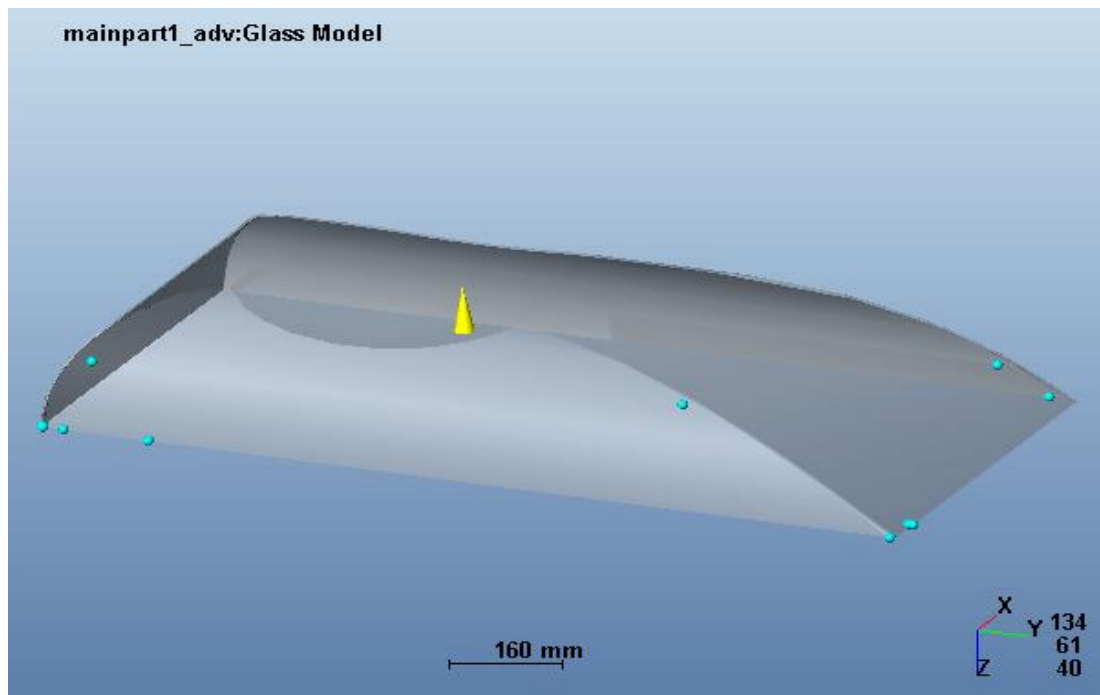
Σχήμα 5.24: Θερμοκρασία μετώπου ροής



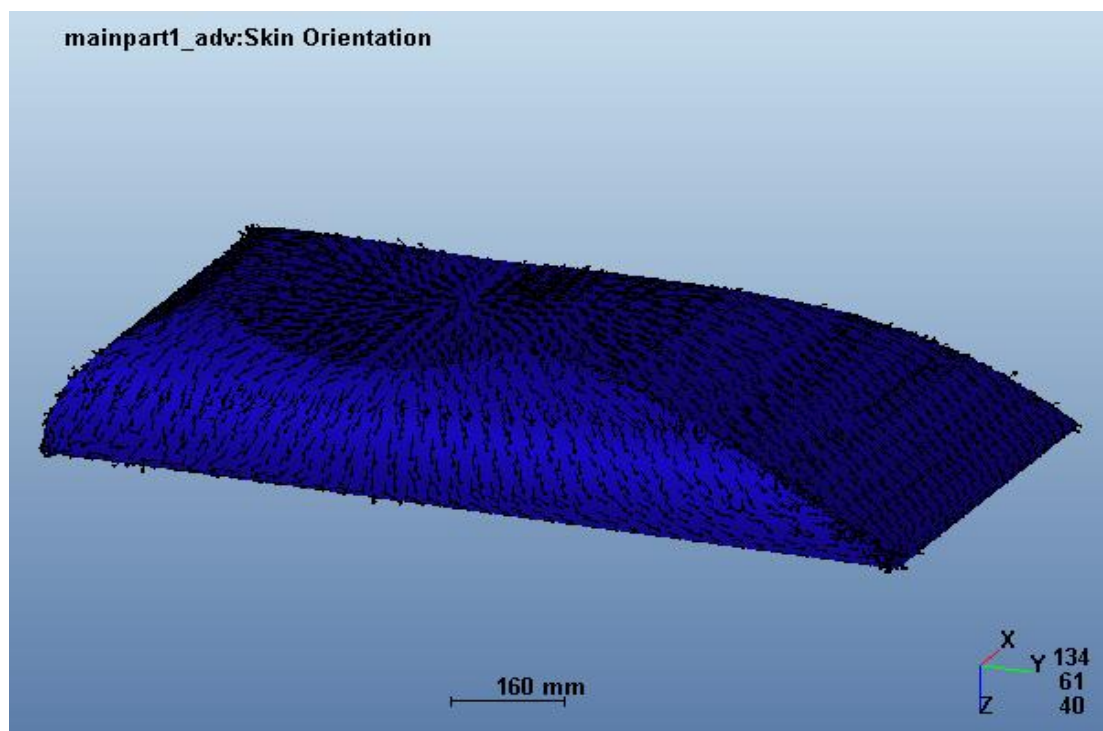
Σχήμα 5.25: Πρόβλεψη ποιότητας



Σχήμα 5.26: Γραμμές σύνδεσης



Σχήμα 5.27: Φυσαλίδες εγκλωβισμένου αέρα



Σχήμα 5.28: Μοριακός Προσανατολισμός

Σε αυτήν τη δοκιμή μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι σε γενικές γραμμές υπάρχει μια βεβαιότητα ότι η πλήρωση με υλικό θα πραγματοποιηθεί σε όλη την επιφάνεια του αντικειμένου, όπως φαίνεται άλλωστε από το διάγραμμα εμπιστοσύνης της πλήρωσης (σχήμα 5.21).

Θα δημιουργηθούν κάποιες φυσαλίδες εγκλωβισμένου αέρα, ενώ σε σύγκριση με το δοκίμιο (σχήμα 5.27) μπορούμε πράγματι να παρατηρήσουμε ότι το πρόγραμμα προβλέπει σωστά τις φυσαλίδες στο εξωτερικό της πλευρικής επιφάνειας. Το πλέον ανησυχητικό φαινόμενο είναι αυτό της μερικής απώλειας της ποιότητας σε ορισμένα σημεία της μπαγκαζιέρας, το οποίο οφείλεται στο ότι ο χρόνος ψύξης είναι μεγάλος (σχήμα 5.25).

5.4.2 Αναφορά κάτω κυρίου μέρους

Η εφαρμογή περιλαμβάνει την εισαγωγή του αντικειμένου από ένα πρόγραμμα τρισδιάστατης μοντελοποίησης όπως το Pro/E στο Plastic Advisor. Μετά την εισαγωγή του είναι απαραίτητος ο ορισμός των παραμέτρων της έγχυσης.

Όπως βλέπουμε και στη σύνοψη των αποτελεσμάτων στον πίνακα που ακολουθεί, χρησιμοποιήσαμε το πολυαιθυλένιο GenericPP της εταιρείας Generic Default, με χρόνο έγχυσης 5,13 sec, πίεση εγχύσεως 57,55 MPa, μέγιστη πίεση εγχύσεως 180 MPa, θερμοκρασία τηγμένου υλικού 240 βαθμούς Κελσίου και θερμοκρασία καλουπιού 30 βαθμούς αντίστοιχα. Πρέπει να τονίσουμε ότι ο χρόνος εγχύσεως σε αυτήν την πρώτη προσομοίωση υπολογίστηκε αυτόματα από το πρόγραμμα.

Στη συνέχεια ορίστηκε η θέση εγχύσεως του πολυμερούς. Επιλέχθηκε μια μεσαία ακμή προκειμένου να επιτευχθούν ομαλά μέτωπα ροής του υλικού και είναι αυτή που φαίνεται στο σχήμα 5.29.

T.U.C.

MOLDFLOW PLASTICS ADVISERS REPORT

RoofBox_mainpart2

Prepared By: Giorgos Kareklas



Prepared for: T.U.C.

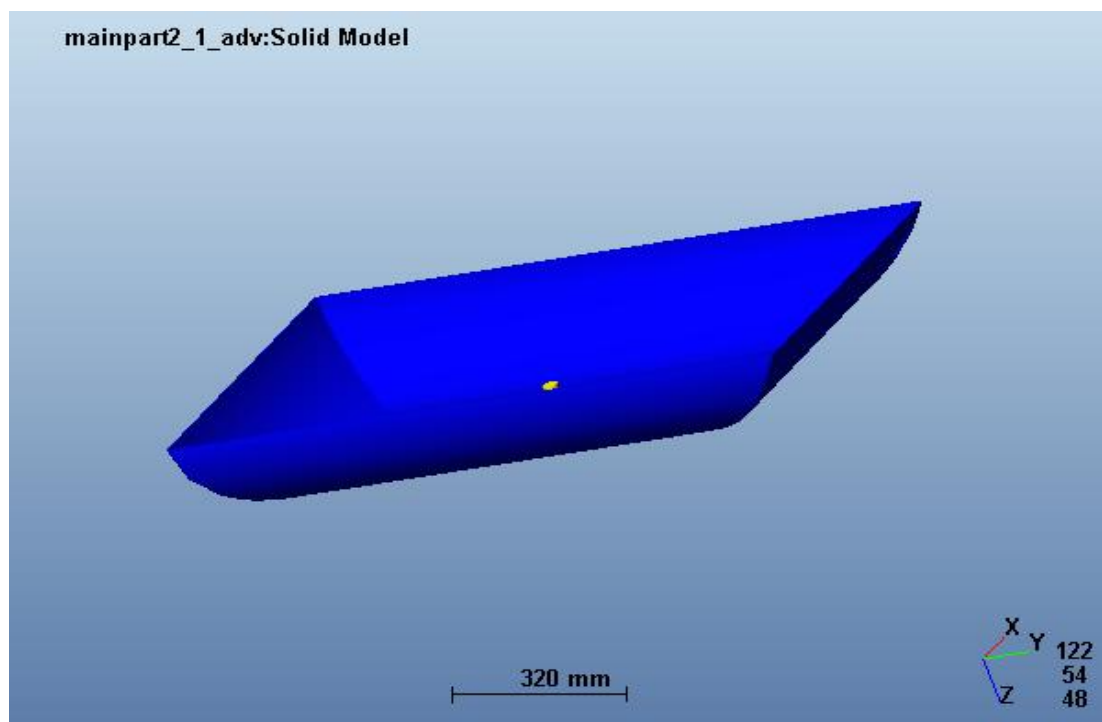
CadLab

Date: 06/May/2014

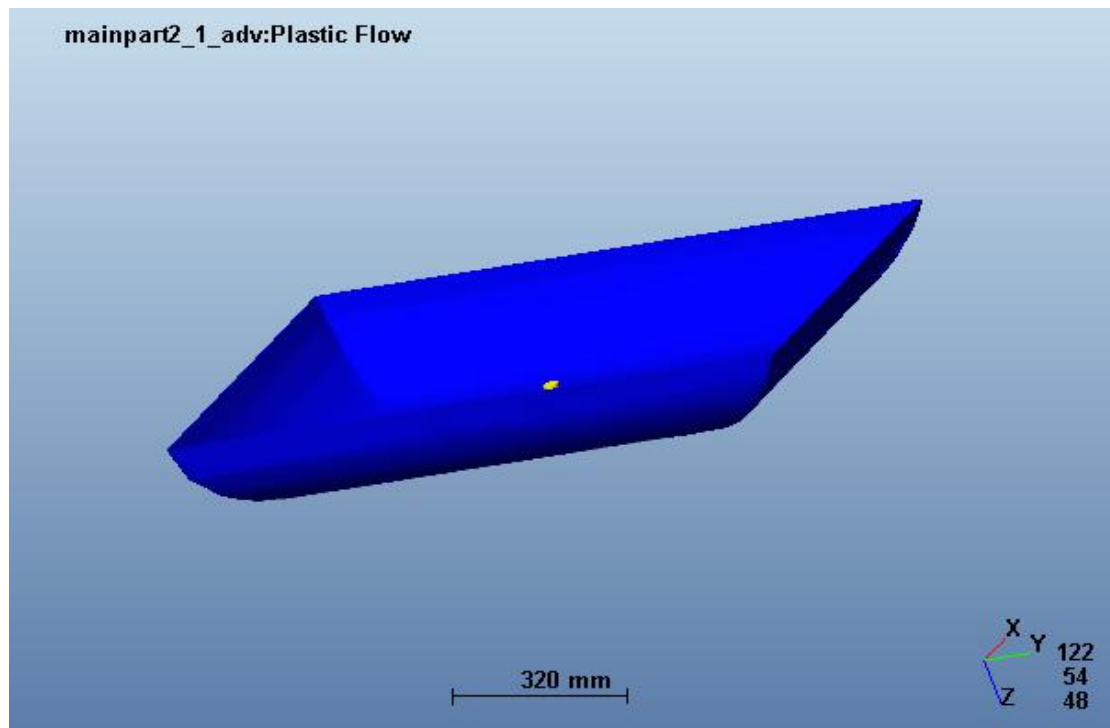
Release Level:	7.0
mainpart2_1_adv	
Part Name:	mainpart2
Part Revision:	2
Material Supplier:	Generic Default
Material Grade:	Generic PP
Max Injection Pressure:	180.00 MPa
Mold Temperature:	30.00 deg.C
Melt Temperature:	240.00 deg.C
Model Suitability:	Part model was highly suitable for analysis.
Filling Analysis	mainpart2_1_adv
Moldability:	<p>Your part can be easily filled but part quality may be unacceptable.</p> <p>View the Quality plot and use the Dynamic Adviser to get help on how to improve the quality of the part.</p>
Confidence:	Medium
Injection Time:	5.13 sec

Injection Pressure:	57.55 MPa
Weld Lines:	No
Air Traps:	Yes
Shot Volume :	4628.73 cu.cm
Filling Clamp Force:	3233.09 tonne
Packing Clamp Force Estimate @20%:	(11.51)MPa 1067.92 tonne
Packing Clamp Force Estimate @80%:	(46.04)MPa 4271.68 tonne
Packing Clamp Force Estimate @120%:	(69.06)MPa 6407.52 tonne
Clamp Force Area:	9099.35 sq.cm
Cycle Time:	37.90 sec

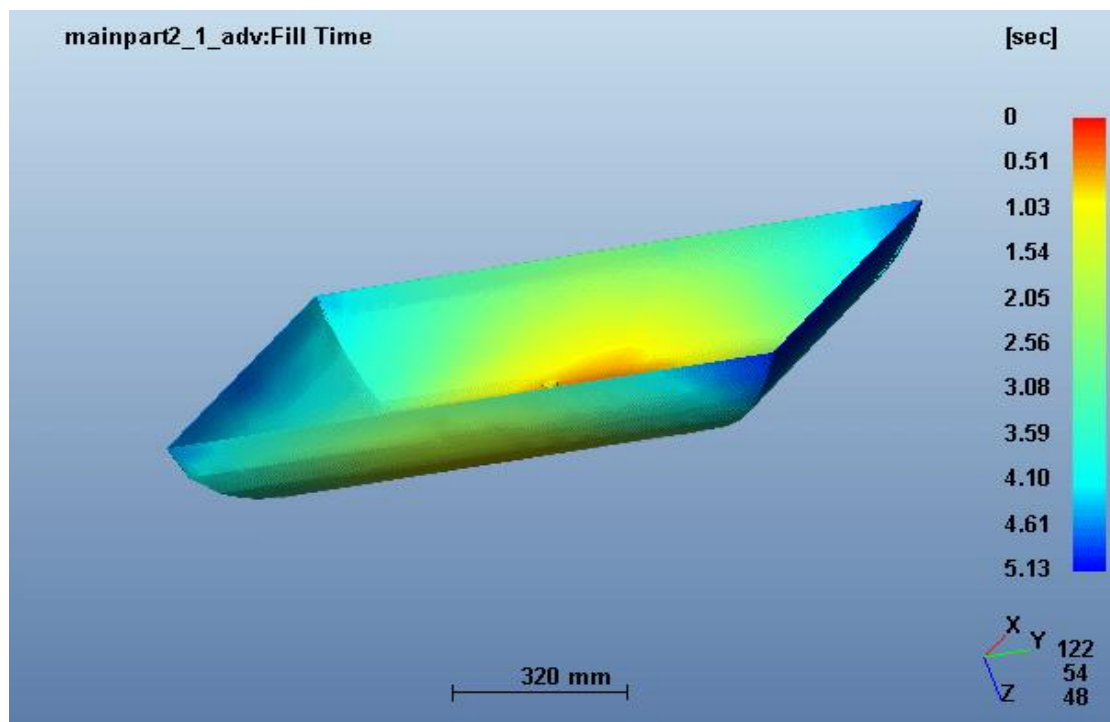
Πίνακας 5.2: Αναφορά παραμέτρων χύτευσης άνω κυρίου μέρους



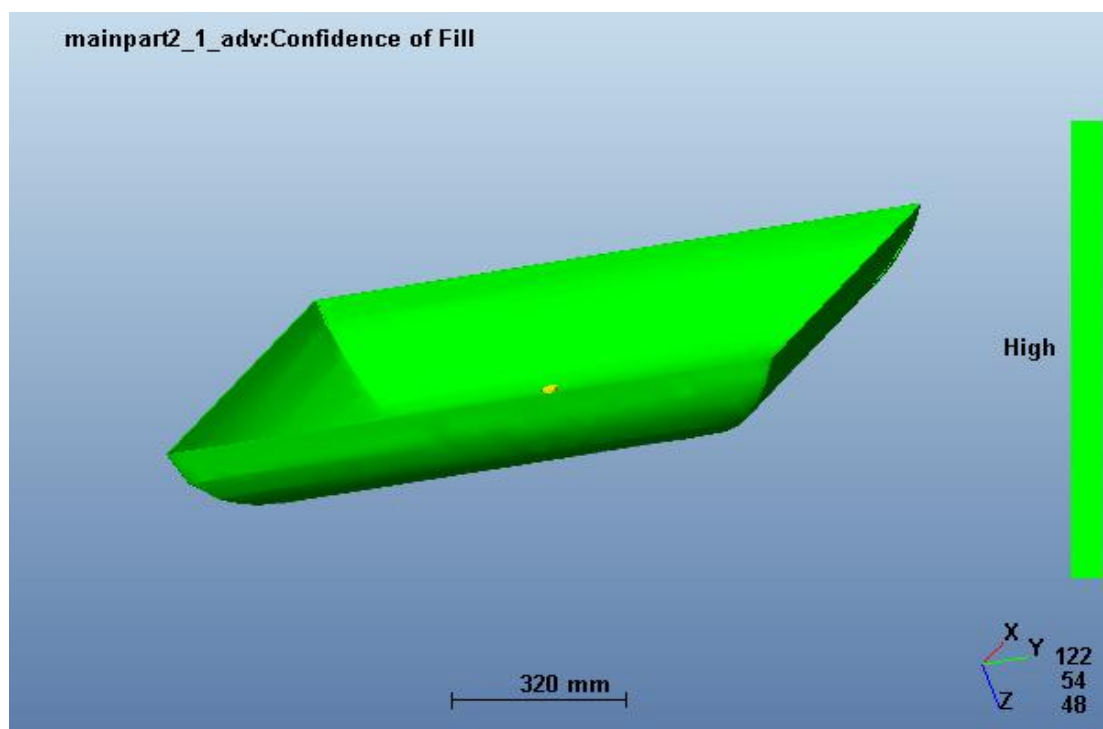
Σχήμα 5.29: Στερεό μοντέλο



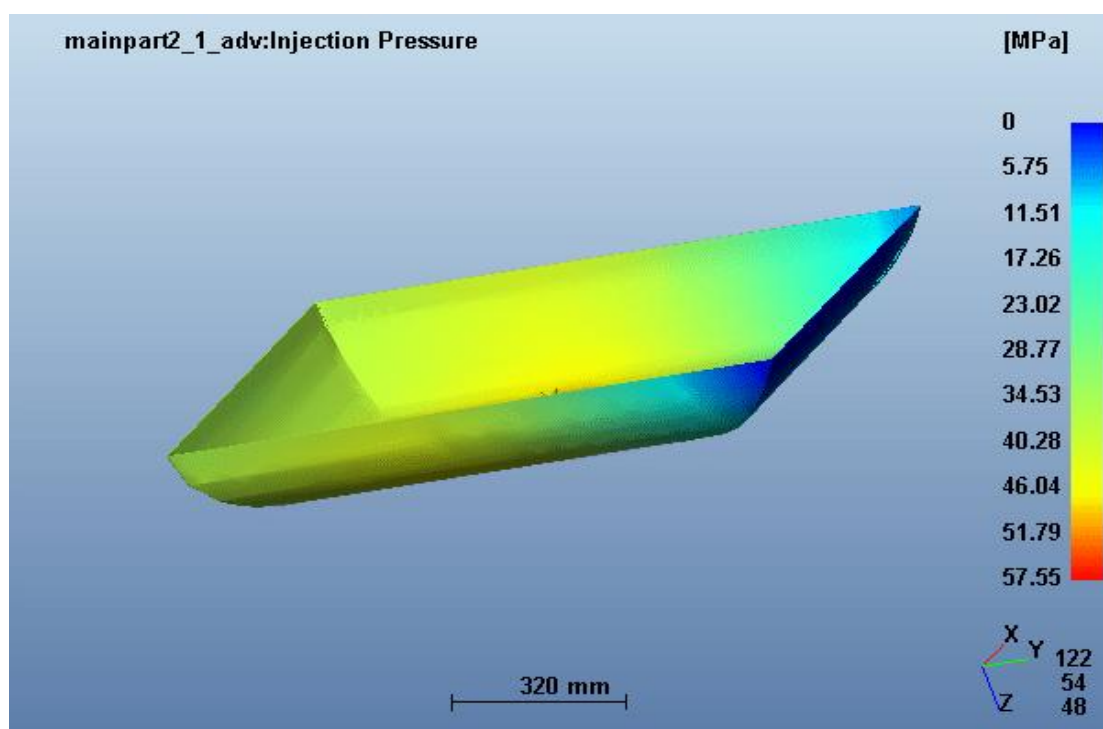
Σχήμα 5.30: Ροή του πλαστικού



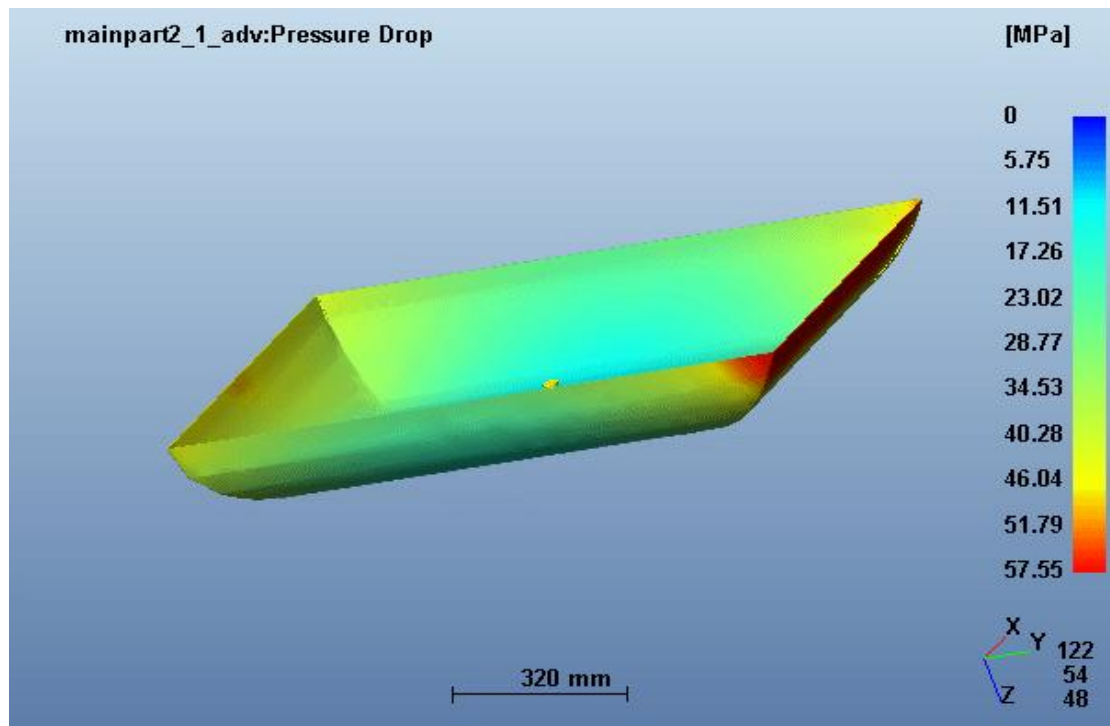
Σχήμα 5.31: Χρόνος πλήρωσης



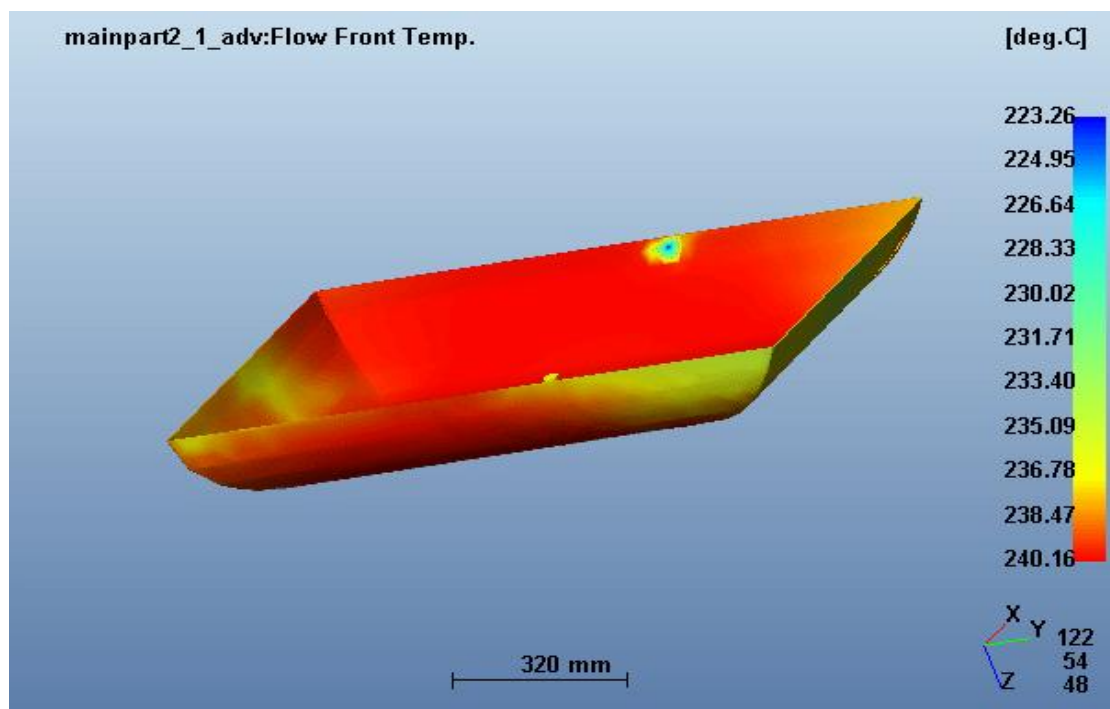
Σχήμα 5.32: Εμπιστοσύνη της πλήρωσης



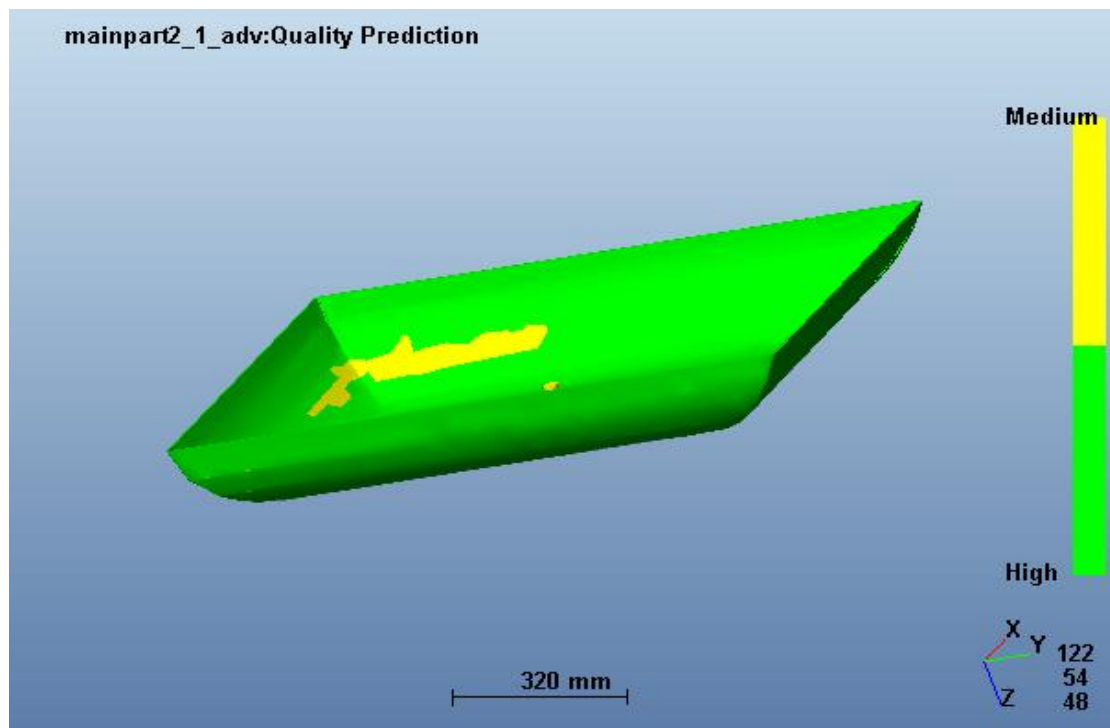
Σχήμα 5.33: Πίεση εγχύσεως



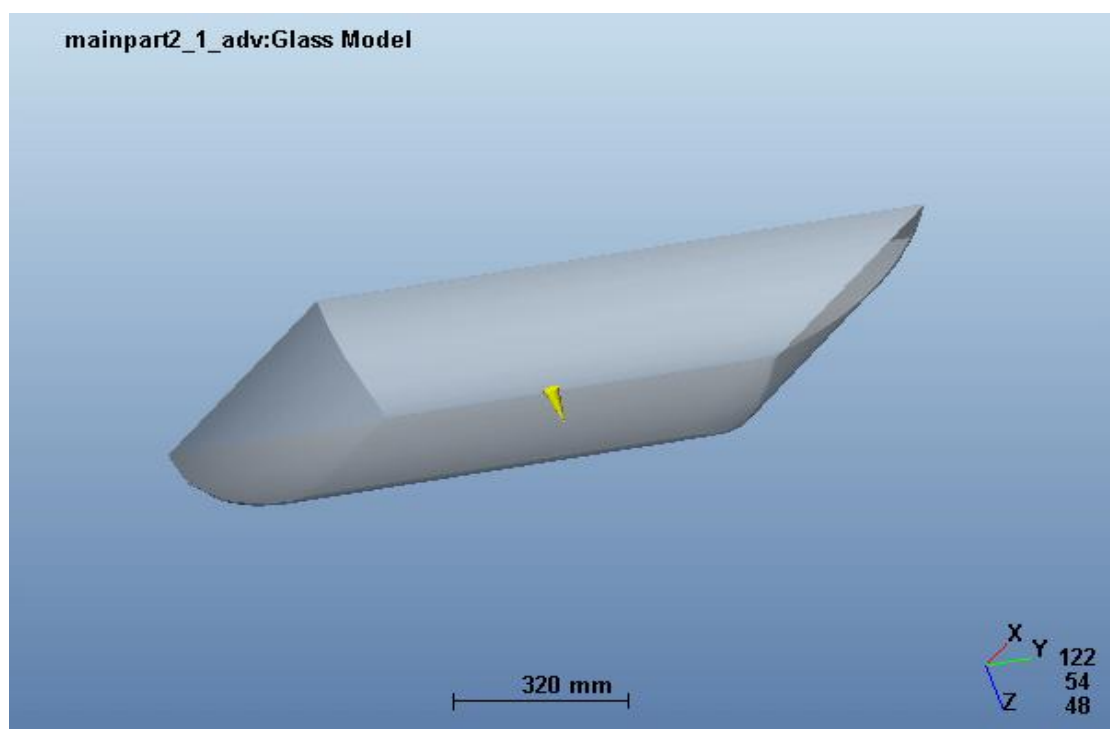
Σχήμα 5.34: Πτώση πίεσης



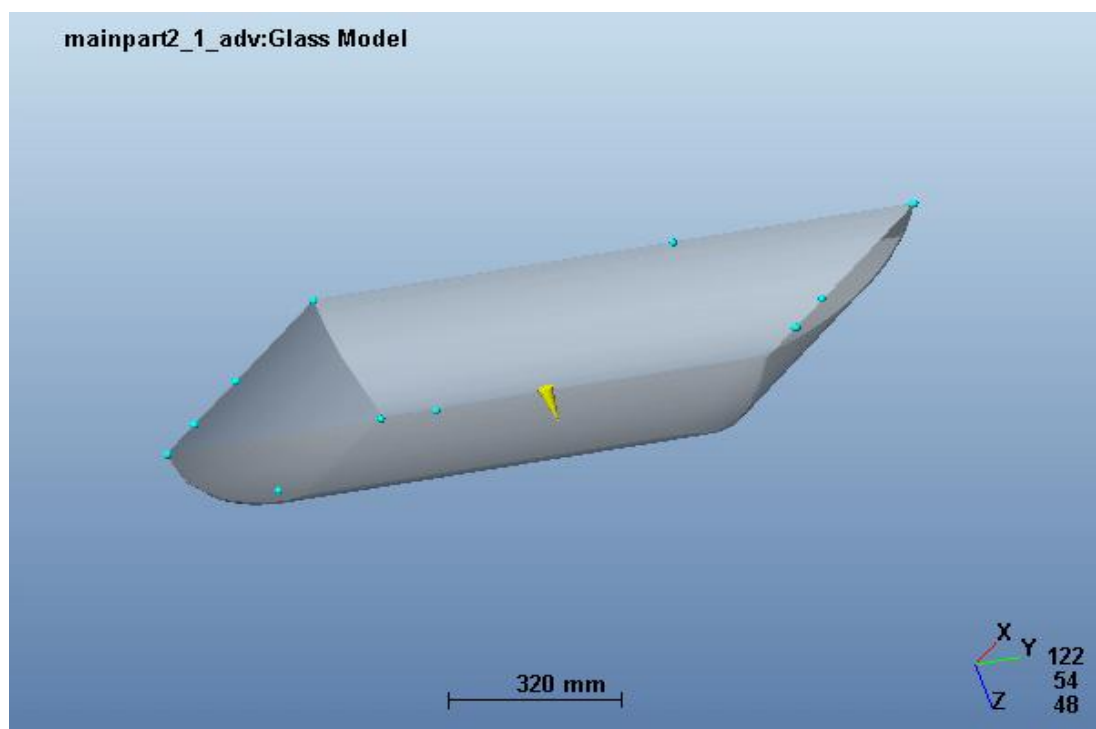
Σχήμα 5.35: Θερμοκρασία μετώπου ροής



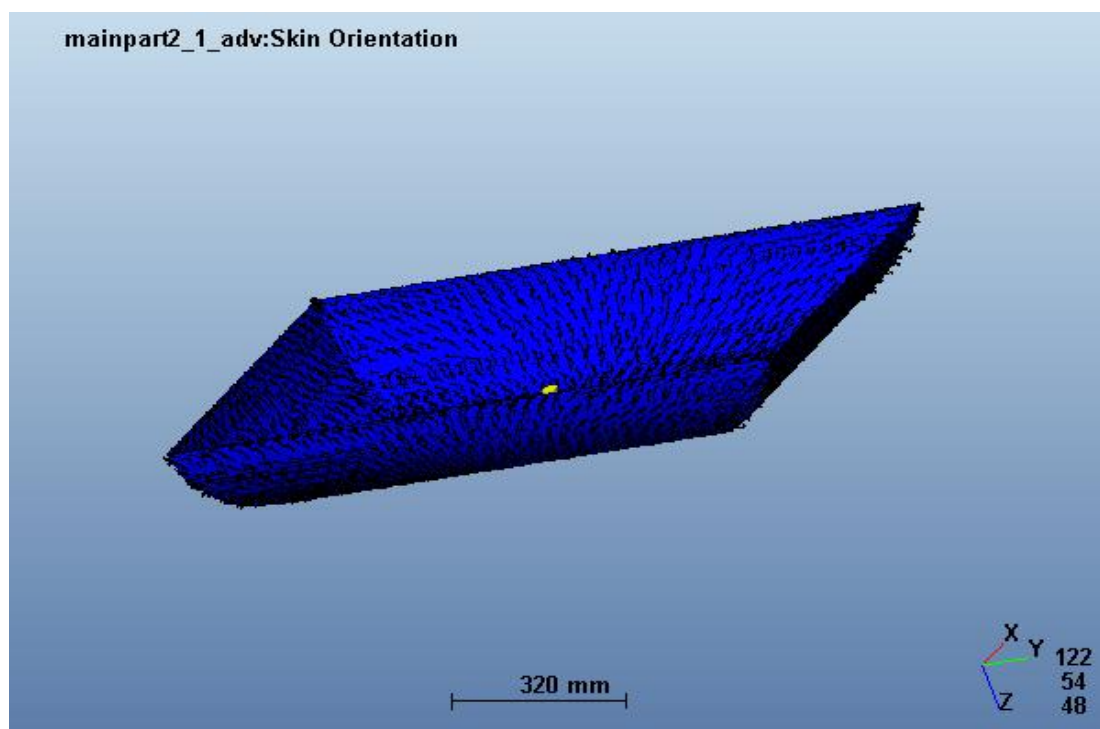
Σχήμα 5.36: Πρόβλεψη ποιότητας



Σχήμα 5.37: Γραμμές σύνδεσης



Σχήμα 5.38: Φυσαλίδες εγκλωβισμένου αέρα



Σχήμα 5.39: Μοριακός Προσανατολισμός

Σε αυτήν τη δοκιμή μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι σε γενικές γραμμές υπάρχει μια βεβαιότητα ότι η πλήρωση με υλικό θα πραγματοποιηθεί σε όλη την επιφάνεια του αντικειμένου, όπως φαίνεται άλλωστε από το διάγραμμα εμπιστοσύνης της πλήρωσης (σχήμα 5.32).

Θα δημιουργηθούν κάποιες φυσαλίδες εγκλωβισμένου αέρα, ενώ σε σύγκριση με το δοκίμιο (σχήμα 5.38) μπορούμε πράγματι να παρατηρήσουμε ότι το πρόγραμμα προβλέπει σωστά τις φυσαλίδες στο εξωτερικό της πλευρικής επιφάνειας. Το πλέον ανησυχητικό φαινόμενο είναι αυτό της μερικής απώλειας της ποιότητας σε ορισμένα σημεία της μπαγκαζιέρας, το οποίο οφείλεται στο ότι ο χρόνος ψύξης είναι μεγάλος (σχήμα 5.36).

6. ΣΥΝΟΨΗ

Όπως είδαμε από την ανάλυση των αποτελεσμάτων, η προσομοίωση της ροής πλαστικών με τη χρήση προγραμμάτων αριθμητικής ανάλυσης δίνει τη δυνατότητα στο μηχανικό παραγωγής να εξετάσει το κατά πόσο οι επιλεγμένες παράμετροι της χύτευσης υπό πίεση ενός αντικειμένου μπορούν να οδηγήσουν σε ποιοτικά αποδεκτό προϊόν χωρίς ατέλειες και εσωτερικές αστοχίες. Η ανάλυση στα πρώιμα στάδια της παραγωγικής διαδικασίας επιτρέπει τη μείωση του συνολικού κόστους παραγωγής, αφού μια μήτρα σε τιμές αγοράς μπορεί να φθάσει σε κόστος τα 600 ευρώ περίπου, ενώ παράλληλα δίνεται η δυνατότητα στο μηχανικό να δημιουργήσει όλο και πιο πολύπλοκα αντικείμενα, με μικρότερο βάρος και μεγαλύτερη αντοχή στο χρόνο και τη χρήση.

Οι προσομοιώσεις που έγιναν οδηγούν στο συμπέρασμα ότι η επιλεχθείσα θέση εγχύσεως είναι η καλύτερη δυνατή, λόγω της μη εμφάνισης ανισόρροπης ροής. Επίσης προκαλεί ομαλή ροή του πλαστικού μέσα στο καλούπι, με αποτέλεσμα την καλύτερη δυνατή ποιότητα χύτευσης του αντικειμένου(υπάρχουν ορισμένα σημεία που λόγω του μεγάλου χρόνου ψύξης μπορούν να παρουσιάσουν ατέλειες).

Το λογισμικό που χρησιμοποιήσαμε έχει ορισμένους περιορισμούς ως προς τις δυνατότητές του και έτσι θα ήταν χρήσιμη η ανάλυση του αντικειμένου με κάποιο πρόγραμμα που θα δίνει τη δυνατότητα προσθήκης πολλαπλών θέσεων εγχύσεως, καναλιών εγχύσεως υλικού, και κυκλωμάτων ψύξης για μίαν εις βάθος ανάλυση.

Συμπερασματικά, πολλά από τα προβλήματα που παρουσιάζονται κατά τη διαδικασία χύτευσης υπό πίεση μπορούν να αντιμετωπιστούν σε πρώιμο στάδιο, με τη χρήση των εν λόγω λογισμικών, γεγονός που καθιστά απαραίτητη τη χρήση τους κατά τη φάση ανάπτυξης ενός πλαστικού αντικειμένου και έτσι μειώνει το χρόνο παράδοσης στην αγορά του προϊόντος. Η συνεχής εξέλιξη των προγραμμάτων αυτών και των αλγορίθμων που χρησιμοποιούν, σε συνδυασμό με την εμπειρία και την κατάρτιση ενός μηχανικού, οδηγεί σε θεαματικά αποτελέσματα ως προς την ποικιλομορφία και την πολυπλοκότητα των παραγομένων προϊόντων, πολλά από τα οποία μπορούμε να τα συναντήσουμε γύρω μας, όπως τα περιβλήματα των κινητών τηλεφώνων, οθόνες υπολογιστών κ.λπ.

7. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

A) Οδηγός Χρήσης Plastic Advisor

Εισαγωγή


Ο οδηγός χρήσης Plastic Advisor, αποτελεί ένα χρήσιμο εγχειρίδιο μέσω του οποίου συστήνεται στο χρήστη το Advisor. Πιο συγκεκριμένα, ο παρών οδηγός περιέχει αναλυτικές οδηγίες/ πληροφορίες σχετικά με το πώς μπορείτε να αξιολογήσετε την καταλληλότητα του μοντέλου σας για την κατασκευή πλαστικών, χρησιμοποιώντας τεχνικές χύτευσης με έγχυση. Πιο κάτω παρουσιάζονται αναλυτικά οι διεργασίες του προγράμματος.

Λίστα Διεργασιών

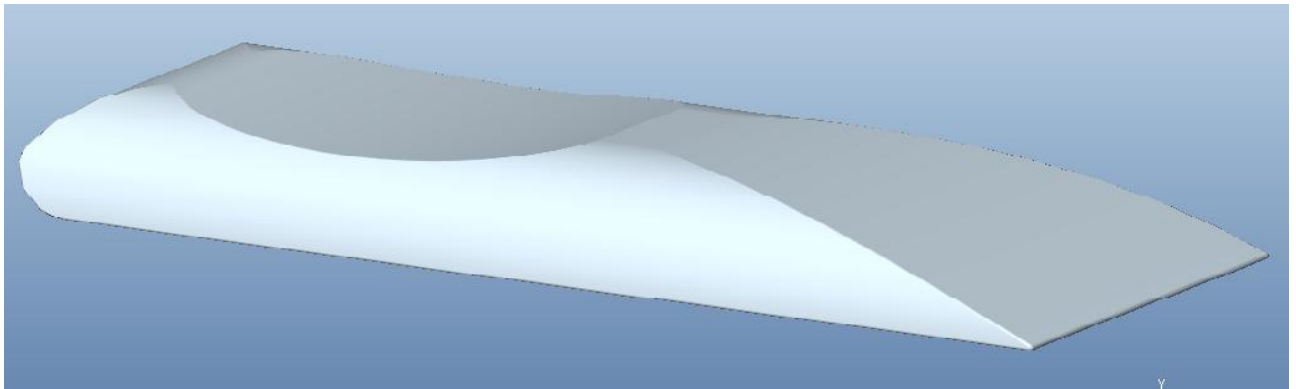
1. Ανοίξτε ένα μοντέλο
2. Χειριστείτε το μοντέλο
3. Επιλέξτε ένα πολυμερές
4. Προβολή αποτελεσμάτων Gate Locator
5. Επιλέξτε θέση έγχυσης
6. Αποθηκεύστε το μοντέλο
7. Εκτελέστε μια ανάλυση
8. Δείτε τα αποτελέσματα
9. Επισκόπηση – Σύνοψη

Διεργασία 1: Ανοίξτε ένα μοντέλο

Η διεργασία αυτή, σας δείχνει πως να ανοίξετε ένα μοντέλο.

1. Κλικ  (**File →Open**).
2. Επιλέξτε το **mainpart1 (*.adv)** μοντέλο (C:\Tasks\Diplomatiki).
3. Κλικ **Open**.
Το μοντέλο εμφανίζεται αλλά έχει προστασία εγγραφής.
4. Κλικ **OK** για να συνεχίσετε.

Για τους σκοπούς του πιο πάνω παραδείγματος, χρησιμοποιήθηκε ως μοντέλο το επάνω τμήμα μίας μπαγκαζιέρας οροφής αυτοκινήτου.



Εάν ξεκινήσετε το Advisor κατευθείαν από το Pro Engineer, το τρέχον μοντέλο εμφανίζεται αυτόματα, όπως είναι στο πρόγραμμα CAD, με την ίδια περιστροφή και το ίδιο χρώμα.

Έχετε ολοκληρώσει αυτήν τη διεργασία, μπορείτε να συνεχίσετε με την επόμενη.






Διεργασία 2: Χειριστείτε το μοντέλο

Σε αυτήν τη διεργασία θα διαχειριστείτε το μοντέλο, έτσι ώστε να βρείτε την κατάλληλη θέση έγχυσης.

Στο περιβάλλον εργασίας σας, μπορείτε να επιλέξετε τα εργαλεία για να διαχειριστείτε το μοντέλο σας από τα εξής τρία διαφορετικά σημεία:

- ▶ Το μενού Display.
- ▶ Το **Display** της γραμμής εργαλείων (στα αριστερά της οθόνης).
- ▶ Κάντε δεξί κλικ στην περιοχή του Display και επιλέξτε **Mouse Mode**.

1. Για να ανακαλύψετε πως να διαχειρίζεστε ένα μοντέλο, κάντε κλικ σε κάθε ένα από τα παρακάτω κουμπιά. Ακολούθως θα εμφανιστεί ένα συννεφάκι υποδεικνύοντας σας πως λειτουργεί το κάθε εργαλείο, στο περιβάλλον εργασίας.

- | | |
|---|---------------------------------------|
|  | Περιστρέφει το μοντέλο. |
|  | Ζουμ μέσα και έξω σε όλη τη περιοχή. |
|  | Ζουμ μέσα, σε μία επιλεγμένη περιοχή. |
|  | Προσαρμόζει το μοντέλο με την οθόνη. |
|  | Κεντράρει το μοντέλο στην οθόνη. |


2. Χρησιμοποιήστε τα διάφορα εργαλεία διαχείρισης στο περιβάλλον εργασίας, για να τοποθετήσετε το μοντέλο έτσι όπως απεικονίζεται πιο κάτω.



Έχετε ολοκληρώσει αυτήν τη διεργασία, μπορείτε να συνεχίσετε με την επόμενη.

Διεργασία 3: Επιλέξτε ένα πολυμερές

Η διεργασία αυτή σας δείχνει πως να καθορίσετε μια κατάλληλη θέση πύλης (gate location) με τη χρήση συγκεκριμένου υλικού.

1. Κλικ  (**Adviser → Analysis Wizard**).
 2. Δώστε έμφαση σε κάθε μίαν από τις αναλύσεις.
Καθώς το κάνετε αυτό, προσέξτε τις οδηγίες που εμφανίζονται στο κουτί **Analysis prerequisites/results** γι' αυτήν την ανάλυση που δεν μπορεί ακόμα να εκτελεστεί.
 3. Τοποθετήστε ένα τικ δίπλα από το **Gate Location**.
Το κουτάκι **Analysis prerequisites/results** υποδεικνύει τι να αναμένουμε από την ανάλυση, όπως και για κάθε άλλη ανάλυση όταν θα είναι έτοιμη.
 4. Κλικ **Next** > για να προχωρήσετε στη σελίδα **Select Material**.
 5. Κλικ στο κουμπί επιλογής **Specific Material** και επιλέξτε τα ακόλουθα:
 - Manufacturer: **Generic Default**
 - Trade name: **Generic PP**
- Κλικ **Next** > για να δείτε τις τιμές της σελίδας **Processing Conditions** και μετά κλικ **Finish** για να ξεκινήσει η ανάλυση.
- Η ανάλυση του Gate Location θα πάρει μερικά λεπτά. Όσο θα περιμένετε, προχωρήστε στην επόμενη διεργασία και δοκιμάστε την άσκηση που υποδεικνύει το καλύτερο μέρος έγχυσης του πολυμερούς βασισμένο στα αποτελέσματα του Gate Location.

Το Gate Locator αναλύει τη γεωμετρία του μοντέλου και υπολογίζει πόσο κατάλληλη θα είναι μία θέση πύλης για κάθε περιοχή του μοντέλου.

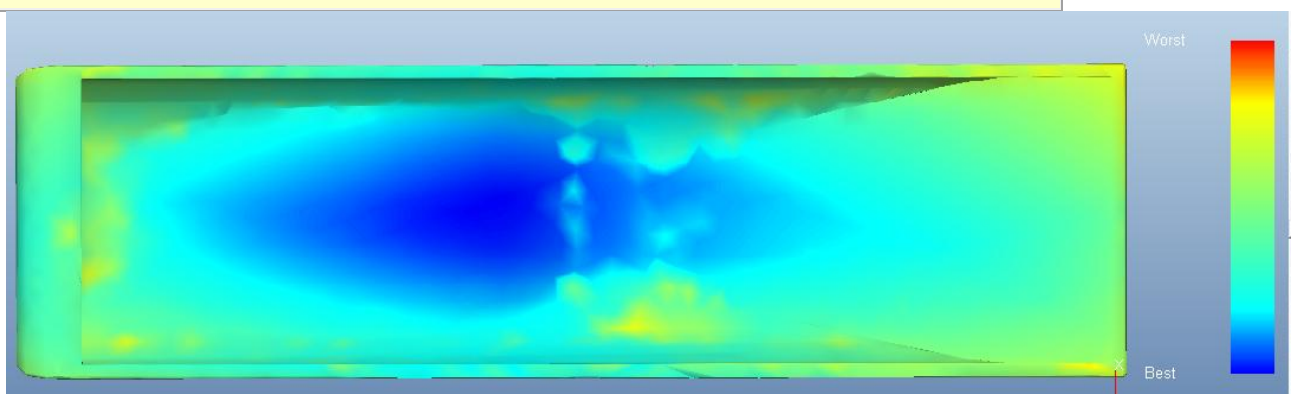
Έχετε ολοκληρώσει αυτήν τη διεργασία, μπορείτε να συνεχίσετε με την επόμενη.

Διεργασία 4: Προβολή αποτελεσμάτων Gate Locator

Σ' αυτήν τη διεργασία θα ερμηνεύσετε τα αποτελέσματα του Gate Location.

Η ανάλυση έχει ολοκληρωθεί, ένα φάσμα χρωμάτων θα παρουσιαστεί στην οθόνη σας. Το μπλε υποδεικνύει την καλύτερη θέση έγχυσης του υλικού και το κόκκινο τη χειρότερη.

1. Το **Results Summary** υποδεικνύει στο χρήστη τυχόν προειδοποιήσεις μετά την ολοκλήρωση κάθε ανάλυσης. Στη συγκεκριμένη περίπτωση δεν εκδόθηκαν καθόλου προειδοποιήσεις, αυτό όμως δεν ισχύει πάντα. Κλικ **Close**.
2. Τα αποτελέσματα εμφανίζονται στην οθόνη σας. Κοιτάξτε τα και προσδιορίστε τη σκούρα μπλε περιοχή. Σε αυτό το σημείο θα τοποθετήσετε την πύλη για την επόμενη διεργασία. Το αποτέλεσμα θα πρέπει να είναι παρόμοιο με αυτό που απεικονίζεται στο παρακάτω παράδειγμα.



Η ανάλυση του Gate Location υποδηλώνει μίαν κατάλληλη θέση εάν η ροή του υλικού είναι ισορροπημένη. Δεν λαμβάνει υπόψη πόσο δύσκολο είναι να αποκτήσετε πρόσβαση σε μια τοποθεσία, ή εάν μια θέση είναι οπτικά ευαίσθητη. Συνεπώς, μία μπλε περιοχή είναι κατάλληλη εάν είναι δυνατόν να γίνει έγχυση εκεί και δεν είναι οπτικά ευαίσθητη περιοχή.



Σημείωση: Η ανάλυση του Gate Location λαμβάνει υπόψη το υλικό που χρησιμοποιείται για να γεμίσει το μοντέλο. Προτείνεται μόνο μία θέση έγχυσης, ή μία επιπρόσθετη θέση έγχυσης σε ένα μοντέλο όπου έχετε ήδη επιλέξει θέση έγχυσης για το πολυμερές.

Έχετε ολοκληρώσει αυτήν τη διεργασία, μπορείτε να συνεχίσετε με την επόμενη.

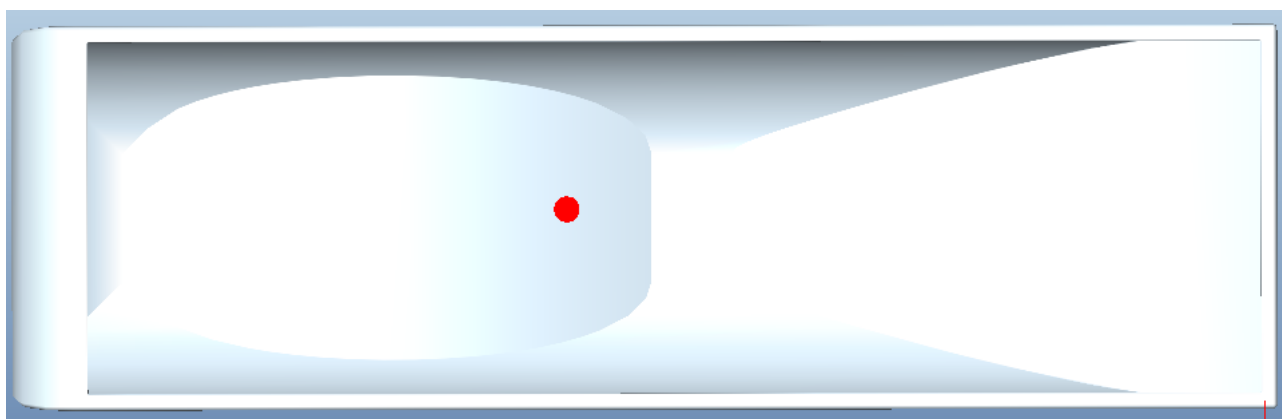
Διεργασία 5: Επιλέξτε θέση έγχυσης

Στη διεργασία αυτή, θα χρησιμοποιήσετε την ανάλυση του Gate Location Analysis έτσι ώστε να επιλέξετε μία θέση έγχυσης (πύλη). Το Adviser σας δίνει τη δυνατότητα να εργάζεστε με

απλές ή πολλαπλές θέσεις έγχυσης του πολυμερούς. Ο παρών οδηγός χρήσης, χρησιμοποιεί μία ενιαία θέση έγχυσης.

1. Κλικ  (**Adviser → Pick Injection Locations**). Ο κέρσορας στο ποντίκι αλλάζει σε σταυρό $+$.
2. Κάντε κλικ στο κέντρο της μπλε περιοχής των αποτελεσμάτων της ανάλυσης του Gate Location.
3. Κλικ **No**, εάν σας ζητηθεί να αποθηκεύσετε το μοντέλο. Ένας κόκκινος κώνος εμφανίζεται στην οθόνη σας όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.
4. Κλικ  (**Display → Select**) για να βγείτε από τη λειτουργία του injection location.

Στην προηγούμενη άσκηση χρησιμοποιήσατε την ανάλυση του Gate Location για να βρείτε μία κατάλληλη θέση έγχυσης για το υλικό. Το κέντρο του μοντέλου ήταν μπλε, υποδεικνύοντας ότι ήταν μια κατάλληλη θέση.




Στην περίπτωση που μία μπλε περιοχή δεν είναι κατάλληλη, είτε γιατί είναι οπτικά ευαίσθητη είτε γιατί είναι απροσπέλαστη, θα πρέπει να επιλέξετε μία άλλη περιοχή που να παράγει ισορροπημένη ροή υλικού.

Έχετε ολοκληρώσει αυτήν τη διεργασία, μπορείτε να συνεχίσετε με την επόμενη.

Διεργασία 6: Αποθηκεύστε το μοντέλο

Σ' αυτήν τη διεργασία θα αποθηκεύσετε το μοντέλο σας.

Αποθηκεύστε το μοντέλο σας με διαφορετικό όνομα ούτως ώστε να μπορείτε να επιστρέψετε στο αρχικό μοντέλο σε περίπτωση που θελήσετε να πραγματοποιήσετε μία δεύτερη ανάλυση.

1. Κλικ  (File → Save As...)
Το παράθυρο διαλόγου **Save As** εμφανίζεται.
2. Εισάγετε **mainpart1_1 (*.adv)** στο πλαίσιο κειμένου **File name**.
3. Κλικ **Save**.




Η αποθήκευση εξασφαλίζει τη διατήρηση όλων των προϋποθέσεων που έχετε θέσει μέχρι τώρα. Μεταξύ αυτών περιλαμβάνονται και τα πιο κάτω:

- ▶ Το πολυμερές που έχετε επιλέξει.
- ▶ Η περιστροφή του μοντέλου.
- ▶ Η θέση έγχυσης (Injection location).

Έχετε ολοκληρώσει αυτήν τη διεργασία, μπορείτε να συνεχίσετε με την επόμενη.


Διεργασία 7: Εκτελέστε μια ανάλυση

Στην πιο πάνω διεργασία, προετοιμάσατε το μοντέλο για ανάλυση. Στην παρούσα διεργασία, θα εκτελέσετε την Plastic Filling ανάλυση και ακολούθως θα αποθηκεύσετε τα αποτελέσματα που θα προκύψουν.

1. Κλικ  (Adviser → Pre-Analysis Check).
Είναι πάντα προτιμότερο να ενεργήσετε ένα έλεγχο Pre-Analysis για να εξασφαλιστεί ότι η ανάλυση σας θα ολοκληρωθεί με επιτυχία. Ο έλεγχος Pre-Analysis εκτελεί πολλούς διαφορετικούς τύπους ελέγχων, για παράδειγμα ενώ χρησιμοποιείται τη λειτουργία Single Cavity, θα πρέπει να έχετε μία πύλη (gate).
2. Κλικ **OK**.
3. Κλικ  (Adviser → Analysis Wizard).
4. Τοποθετήστε ένα τικ δίπλα από το **Plastic Filling**.
5. Κλικ **Finish** για να ξεκινήσει η ανάλυση.
Το μοντέλο θα χρειαστεί αρκετά λεπτά για να αναλυθεί. Μπορείτε να διαβάσετε τις πληροφορίες παρακάτω και τις πληροφορίες σχετικά με τα αποτελέσματα της επόμενης διεργασίας ενώ περιμένετε.
6. Με την ολοκλήρωση της ανάλυσης, διαβάστε το **Results Summary**. Κλικ **Close** μόλις τελειώσετε.
7. Κλικ  (File → Save).


Η διαδικασία πλήρωσης πλαστικών εμφανίζεται δυναμικά με το μοντέλο, δείχνοντας την ροή του πλαστικού. Κατά τη διαδικασία της πλήρωσης, το **Status bar** στο κάτω μέρος της οθόνης εμφανίζει την τρέχουσα διαδικασία και το **Progress bar** την πρόοδο της.

Όταν η πλήρωση του πλαστικού (Plastic Filling) τελειώσει, η γραμμή κατάστασης (Status bar) εμφανίζει την ένδειξη **Ready** καθώς και τα συνοπτικά αποτελέσματα (**Results Summary**), δίνοντας σας έτσι έναν οδηγό σχετικά με την καταλληλότητα του μοντέλου σας, για χύτευση με έγχυση (Injection Molding).

 Κλικ στο κουμπί **More** για περαιτέρω επεξήγηση των αποτελεσμάτων.

Η σύνοψη, επίσης, σας παρέχει πληροφορίες για τη θερμοκρασία, την πίεση, τις γραμμές συγκόλλησης και τις παγίδες αέρα.





 Κλικ **Close** όταν διαβάσετε το **Result Summary**.

Σημείωση: Εάν θέλετε να ελέγξετε τα αποτελέσματα σας, κλικ  (**Results → Summary**) για να ανοίξετε το **Results Summary** ξανά.

Έχετε ολοκληρώσει αυτήν τη διεργασία, μπορείτε να συνεχίσετε με την επόμενη.

Διεργασία 8: Δείτε τα αποτελέσματα

Σ' αυτήν τη διεργασία, θα δείτε τα αποτελέσματα από την ανάλυση που έχετε εκτελέσει στην προηγούμενη διεργασία.

1. Για να δείτε τα αποτελέσματα, επιλέξτε την λίστα **Result Types** , ή χρησιμοποιήστε **Results → Show**.
2. Κλικ  (**Results → Show → Weld Line Locations**), ή  (**Results → Show → Air Trap Locations**) για να δείτε τα αποτελέσματα αυτά.
3. Το **Results Adviser** μπορεί να σας βοηθήσει να ερμηνεύσετε τα αποτελέσματα. Για να εμφανίσετε τα αποτελέσματα **Quality Prediction**:
 - a) Κλικ  (**Adviser → Adviser**).
 - b) Επιλέξτε την καρτέλα **Quality Prediction**.
 - c) Μετακινήστε το κουτί διαλόγου **Results Advice** μακριά από το μοντέλο, και διερευνήστε το περιστρέφοντας το.
 - d) Κάντε δεξί κλικ σε μία χρωματιστή περιοχή.

Το παράθυρο διαλόγου **Results Advice** εμφανίζει αναλυτικές πληροφορίες σχετικά με το επιλεγμένο σημείο. Επίσης, εμφανίζει προειδοποιήσεις σχετικά με την Εμπιστοσύνη Πληρότητας (Confidence of Fill) και τα αποτελέσματα της Πρόβλεψης Ποιότητας (Quality Prediction). Ορισμένα από τα διαθέσιμα αποτελέσματα διατίθενται πιο κάτω:

 Confidence of Fill

 Quality Prediction

 Fill Time

- ▲ Pressure Drop
- ▲ Injection Pressure
- ▲ Flow Front Temperature
- ▲ Weld line
- ▲ Air Traps

Η Εμπιστοσύνη Πληρότητας και τα αποτελέσματα της Πρόβλεψης Ποιότητας είναι καλά σημεία έναρξης όταν κάνετε έλεγχο μίας ανάλυσης, αφού μπορούν να σας υποδείξουν τυχόν προβλήματα του μοντέλου.

Έχετε ολοκληρώσει αυτήν τη διεργασία, μπορείτε να συνεχίσετε με την επόμενη.

Διεργασία 9: Επισκόπηση - Σύνοψη

Ανοίξτε το μοντέλο σας.

Επιλέξτε Gate Location για ανάλυση, το υλικό και ξεκινήστε την ανάλυση.

Επιλέξτε μία θέση έγχυσης (Injection Location).

Πραγματοποιήστε έναν έλεγχο Pre-Analysis.

Εμφανίστε τα Results Advice.

Ο παρών οδηγός, σας έχει δώσει μια γενική επισκόπηση των διαδικασιών που χρησιμοποιούνται με το Adviser. Έχετε δει πως να προετοιμάζετε ένα μοντέλο για την Ανάλυση Πλήρωσης (Filling Analysis), εκτελώντας ανάλυση της τοποθεσίας της πύλης (Gate Location), επιλέγοντας υλικό και θέση έγχυσης (Injection Location) του πολυμερούς. Στη συνέχεια έχετε δει πως να αξιολογείτε τα αποτελέσματα και πως να τα ερμηνεύετε με τη βοήθεια του Adviser.

Ελέγξτε την κατανόηση σας

1. Τι πρέπει να κάνετε για να εκτελέσετε μία Plastic Filling ανάλυση;
2. Τοποθετήστε τα κουμπιά με τη σειρά που πρέπει να χρησιμοποιούνται.



Εκτελέστε έναν έλεγχο Pre-Analysis και ακολούθως επιλέξτε μία θέση έγχυσης (injection location).



Επιλέξτε μία θέση έγχυσης (injection location).



Επιλέξτε μία θέση έγχυσης (injection location) και μετά το υλικό.



Open your model.



Select Gate Location analysis and material, and launch analysis.



Select an injection location.



Perform a Pre-Analysis check.



Display the Results Advice.

Συγχαρητήρια! Έχετε ολοκληρώσει τον αρχικό οδηγό χρήσης.

B) Δημιουργία μιας αναφοράς (Report)

Εισαγωγή


Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε το Report Generator για να δημιουργήσετε μια αναφορά σε ένα σύνολο αποτελεσμάτων. Η έκθεση μπορεί να περιλαμβάνει κείμενο, ακόμα και γραφικά και κινούμενα σχέδια. Το ακόλουθο εγχειρίδιο σας δείχνει πώς να χρησιμοποιήσετε τον οδηγό αναφοράς(report wizard). Υπάρχουν οκτώ εργασίες για να ολοκληρωθεί σε αυτό το σεμινάριο.

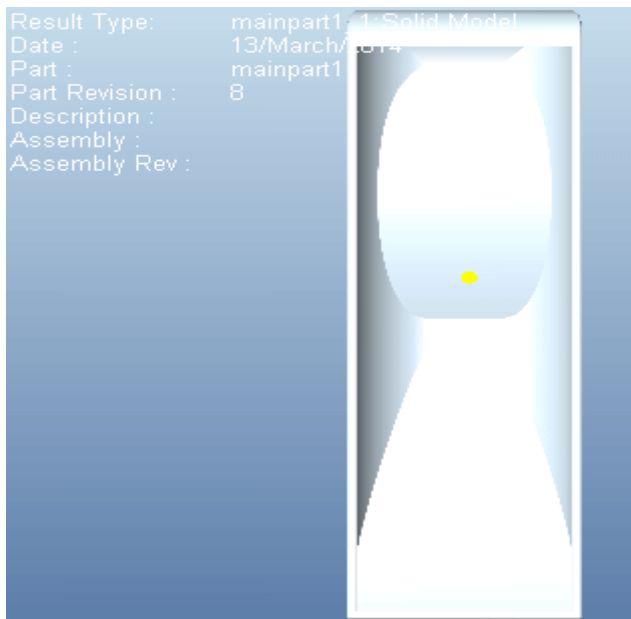
Λίστα Διεργασιών

1. Προετοιμασία της αναφοράς
2. Ρύθμιση προγράμματος περιήγησης στο διαδίκτυο (μόνο για UNIX)
3. Σχολιάστε τα αποτελέσματα
4. Ο οδηγός αναφοράς (Report Wizard)
5. Επιλογή αποτελεσμάτων
6. Δημιουργήστε το περιεχόμενο
7. Δημιουργήστε την αναφορά (Generate the Report)
8. Δείτε την αναφορά

Διεργασία 1: Προετοιμασία της αναφοράς

Σε αυτήν τη διεργασία μπορείτε να ανοίξετε ένα μοντέλο με τα αποτελέσματά του. Για να δημιουργήσετε μια αναφορά, πρέπει να ανοίξετε ένα μοντέλο με τα αποτελέσματα της ανάλυσης.

1. Κλικ  (File → Open) και ανοίξτε το μοντέλο ανάλυσης **Roof_box_Results (*.adv)** (C:\Tasks).




Έχετε ολοκληρώσει αυτήν τη διεργασία, μπορείτε να συνεχίσετε με την επόμενη. Ορίστε τις παραμέτρους στο πρόγραμμα περιήγησης σας στο διαδίκτυο.

Διεργασία 2: Ρύθμιση προγράμματος περιήγησης στο διαδίκτυο (μόνο για UNIX)

Σημείωση: Εάν εκτελείτε αυτό το σεμινάριο σε μια πλατφόρμα υπολογιστή παρακαλώ προχωρήστε στη διεργασία 3.

Η διεργασία αυτή θα σας δείξει πώς να ρυθμίσετε τις προτιμήσεις συστήματος για να τοποθετήσετε το προτιμώμενο πρόγραμμα περιήγησής σας στο Διαδίκτυο. Το έργο αυτό είναι απαραίτητο για τις πλατφόρμες UNIX. Εάν δεν εισάγεται ένα πρόγραμμα περιήγησης στο διαδίκτυο στις προτιμήσεις (Preferences), η αναφορά δεν θα εμφανισθεί μετά που θα δημιουργηθεί.



1. Επιλέξτε **File** ➔ **Preferences** για να ανοίξετε το κείμενο διαλόγου **Preferences**.
2. Επιλέξτε **External Programs** στο αριστερό παράθυρο Explorer.
3. Πληκτρολογήστε την προτιμώμενη διαδρομή περιήγησης στο διαδίκτυο **Path to WWW Browser** box. Για να αναζητήσετε το πρόγραμμα περιήγησης, κάντε κλικ στο κουμπί  δίπλα στο πλαίσιο.
4. Όταν έχετε επιλέξει ή πληκτρολογήσει το σωστό μονοπάτι, κάντε κλικ **OK**.

Έχετε ολοκληρώσει αυτήν τη διεργασία, μπορείτε να συνεχίσετε με την επόμενη: Σχολιάστε τα αποτελέσματα.


Διεργασία 3: Σχολιάστε τα αποτελέσματα

Σε αυτήν τη διεργασία θα δούμε καθ' ένα από τα αποτελέσματα και θα γράψουμε σχόλια για αυτά για την αναφορά.

Το αποτέλεσμα της Εμπιστοσύνης Πληρότητας (Confidence of Fill) εμφανίζεται όταν ανοίξετε το μοντέλο. Θα γράψουμε ένα σχόλιο σχετικά με αυτό το αποτέλεσμα και στη συνέχεια να κοιτάξετε μέσα από τα άλλα αποτελέσματα, για να δείτε εάν χρειάζονται περαιτέρω σχόλια.

1. Με την εμφάνιση των αποτελεσμάτων της εμπιστοσύνης πληρότητας, κλικ  (**Results → Notes**). Πληκτρολογήστε το ακόλουθο κείμενο: Το αποτέλεσμα της Εμπιστοσύνης Πληρότητας δείχνει ότι δεν θα υπάρξει κανένα πρόβλημα γεμίσματος του κομματιού.
2. Για κάθε ένα από τους άλλους τύπους αποτελεσμάτων:
 - Επιλέξτε τα αποτελέσματα από το **Results** .
 - Γράψτε ένα σχόλιο για τα αποτελέσματα.



Οι σημειώσεις που γράφετε για κάθε αποτέλεσμα θα εμφανίζονται στην αναφορά που θα δημιουργήσετε αργότερα σε αυτό το εγχειρίδιο.

Αν θέλετε να αλλάξετε ένα σχόλιο για το αποτέλεσμα, κάντε κλικ στην επιλογή  (**Results → Notes**), επιλέξτε το αποτέλεσμα από την drop-down λίστα στο παράθυρο διαλόγου, και αλλάξετε το σχόλιο.


Έχετε ολοκληρώσει αυτήν τη διεργασία, μπορείτε να συνεχίσετε με την επόμενη: Ο οδηγός αναφοράς (Report Wizard).

Διεργασία 4: Ο οδηγός αναφοράς (Report Wizard)

Η διεργασία αυτή σας δείχνει πώς να ανοίξει τον οδηγό αναφοράς και να εισαγάγετε τα προσωπικά σας στοιχεία για την αναφορά.

1. Κλικ  (**Results → Generate Report**) για να ανοίξετε το **Report Wizard**.
2. Στην περιοχή **HTML Styles**, χρησιμοποιήστε την **Active Style** drop-down λίστα  και επιλέξτε **Web**.
3. Στην περιοχή του **Generate Report**, επιλέξτε **Create New Report**, και κάντε κλικ **Next**.

4. Στην περιοχή του **Details**:

- Στο πλαίσιο **Title** , πληκτρολογήστε **Roof_box_Results**
- Στο **Author** και **Company** πλαίσιο, πληκτρολογήστε το όνομα σας και της εταιρείας σας.
- Στο **Recipient** και **Recipient Company** πλαίσιο, πληκτρολογήστε το όνομα σας και της εταιρείας του παραλήπτη της αναφοράς (προαιρετικό).
- Πληκτρολογήστε το όνομα και τη διαδρομή της εικόνας gif του λογότυπου της εταιρείας σας, ή χρησιμοποιήστε το κουμπί  για να το αναζητήσετε (προαιρετικό).

Κλικ **Next**.

Ο οδηγός αναφοράς (Report Wizard) χρησιμοποιείται για να εισάγετε τις λεπτομέρειες, να επιλέξετε το περιεχόμενο και να αποφασίσετε σχετικά με το τύπο της αναφοράς σας. Μπορείτε να αποκτήσετε πρόσβαση τον οδηγό αναφοράς, αν έχετε ένα μοντέλο με αποτελέσματα.

Έχετε ολοκληρώσει αυτήν τη διεργασία, μπορείτε να συνεχίσετε με την επόμενη: Επιλογή αποτελεσμάτων.

Διεργασία 5: Επιλογή αποτελεσμάτων

Η διεργασία αυτή σας δείχνει πώς να επιλέξετε και να καταργήσετε αποτελέσματα για την αναφορά.

Όλα τα αποτελέσματα είναι καταχωρημένα στη σελίδα **Select Results** του **Report Wizard** από προεπιλογή.

1. Στο δεξί μέρος της λίστας αποτελεσμάτων, ενώ κρατάτε πατημένο το κουμπί **Ctrl**, κάντε κλικ στο:

- Glass Model

Κλικ **Remove <<**. Αυτό αφαιρεί το αποτέλεσμα από την αναφορά.


Κλικ **Next**.

Έχετε ολοκληρώσει αυτήν τη διεργασία, μπορείτε να συνεχίσετε με την επόμενη: Δημιουργήστε το περιεχόμενο.


Διεργασία 6: Δημιουργήστε το περιεχόμενο

Στη διεργασία αυτήν αλλάζετε τη σειρά των αποτελεσμάτων και γράφετε σχόλια για αυτά.

Δημιουργήστε μια εισαγωγή και τα συμπεράσματα:

1. Στην περιοχή **Ordering/Options**, κάντε κλικ στο **Introduction**.
2. Στην περιοχή **Options**, επιλέξτε το πλαίσιο επιλογής **Notes**.
3. Κλικ στο κουμπί  δίπλα από το **Notes**, και πληκτρολογήστε μία εισαγωγή στο παράθυρο διαλόγου του **Notes** που εμφανίζεται.
4. Επαναλάβετε τα βήματα 1-3 για το **Conclusion**.

Ρύθμιση του αποτελέσματος Fill Time:

1. Στην περιοχή **Ordering/Options**, επιλέξτε το **Fill Time**.
2. Στην περιοχή **Options**, επιλέξτε το πλαίσιο επιλογής **Animation**.
3. Επιλέξτε το πλαίσιο επιλογής **Notes**.
4. Κάντε κλικ στο κουμπί  δίπλα από το **Notes**, και να επανεξετάσετε τις σημειώσεις που γράψατε στο έργο 3.

Ρύθμιση υπόλοιπων αποτελεσμάτων:

1. Στην περιοχή **Ordering/Options**, επιλέξτε το **Confidence of Fill**.
2. Επιλέξτε το πλαίσιο επιλογής **GIF Image**.
3. Κλικ **Display Options**.
4. Στο παράθυρο διαλόγου **Display Options**, καταργήστε την επιλογή **Show Injection Location**, και κάντε κλικ **OK**.

Αναδιάταξη αποτελεσμάτων:

1. Στην περιοχή **Ordering/Options**, επιλέξτε **Fill Time**.
2. Κάντε κλικ στο κουμπί **Up** για να μετακινήσετε το αποτέλεσμα πιο κοντά στην κορυφή της λίστας.

Ο οδηγός αναφοράς μπορεί να περιέχει εικόνες οποιουδήποτε από τα αποτελέσματα που είναι διαθέσιμα στο πρόγραμμα. Υπάρχουν δύο τύποι των εικόνων που μπορείτε να συμπεριλάβετε στην αναφορά:



- ▶ still images (gif images)
- ▶ animation (animated gif images)

Σημείωση: Η ημερομηνία περιλαμβάνεται αυτόματα στην αναφορά.

Έχετε ολοκληρώσει αυτήν τη διεργασία, μπορείτε να συνεχίσετε με την επόμενη: Δημιουργήστε την αναφορά (Generate the Report).

Διεργασία 7: Δημιουργήστε την αναφορά (Generate the Report)

Στη διεργασία αυτή μπορείτε να κάνετε προεπισκόπηση και να τελειώσετε την δημιουργία της αναφοράς.

1. Κλικ **Preview** .
Η γραμμή εργαλείων **Preview Report** εμφανίζεται.
2. Χρησιμοποιήστε τη drop-down λίστα  για να επιλέξετε καθ' ένα αποτέλεσμα και να δείτε πως θα εμφανίζεται αυτό στην αναφορά.
3. Χρησιμοποιήστε τα εργαλεία στο μενού **Display** και χειριστείτε το μοντέλο όπως θα θέλατε να παρουσιάζεται στην αναφορά.
4. Κλικ  (**Edit Report**) για να επιστρέψετε στο **Report Wizard**.
5. Κλικ **Generate**.
Το παράθυρο διαλόγου **Select Target directory** εμφανίζεται ρωτώντας σας που να αποθηκεύσει την αναφορά.
6. Επιλέξτε μία τοποθεσία στον υπολογιστή σας.
7. Κλικ **Select** για να δημιουργηθεί η αναφορά.
8. Όταν ολοκληρωθεί η αναφορά θα εμφανίζεται στον εσωτερικό web browser του Adviser (PC) ή στον εσωτερικό browser που ορίσατε στη διεργασία 2 (UNIX).

Έχετε ολοκληρώσει αυτήν τη διεργασία, μπορείτε να συνεχίσετε με την επόμενη: Δείτε την αναφορά.

Διεργασία 8: Δείτε την αναφορά

Σε αυτήν τη διεργασία μπορείτε να δείτε την αναφορά αυτήν και να περιηγηθείτε μέσα σε αυτή.

1. Στο πρόγραμμα περιήγησης στο Internet, κάντε κλικ στους συνδέσμους στην αριστερή πλευρά της αναφοράς για να περιηγηθείτε μέσα σε αυτή. Μπορείτε επίσης να μετακινηθείτε μέσα από την αναφορά , χρησιμοποιώντας τη γραμμή κύλισης.
2. Στην αριστερή μεριά της αναφοράς, κάντε κλικ στο **Fill Time**.
3. Κάντε κλικ στο μπλε κείμενο **Animation - Fill Time** για να δείτε το Fill Time Animation.

Εάν επιθυμείτε να δείτε την αναφορά ξανά κάποια άλλη στιγμή, μπορείτε να την ανοίξετε είτε μέσω του εσωτερικού Internet browser του προγράμματος(μόνο για PC) ,ή από εξωτερική μηχανή αναζήτησης του διαδικτύου σας. Το αρχείο που θα χρειαστεί να ανοίξετε είναι το **index.htm**.

Ελέγξτε την κατανόηση σας

Ποιες είναι οι σημαντικότερες διαδικασίες που πρέπει να κάνετε πριν εκτελέσετε τον οδηγό αναφοράς;



Να δημιουργήσετε το περιεχόμενο και να δημιουργήσετε την αναφορά.



Ανοίξτε ένα μοντέλο ανάλυσης και ορίστε τις προτιμήσεις του internet browser σας.



Ανοίξτε ένα μοντέλο και ορίστε τις προτιμήσεις του internet browser σας.

Συγχαρητήρια! Έχετε ολοκληρώσει όλες τις διεργασίες αυτού του εγχειριδίου.

8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] BAIRD, D.G., COLLIAS, D.I.: “Polymer Processing: Principles and Design”, Butterworth-Heinemann, Newton, MA, 1995.
- [2] JACQUES, M.S.: “Analysis of Thermal Warpage in Molded Parts”, Polym. Eng. Sci., 22, p. 241, 1982.
- [3] MIDDLEMAN, S.: “Fundamentals of Polymer Processing”, McGraw-Hill, New York, 1977.
- [4] RUBIN, I.I: “Injection Molding: Theory and Practice”, Wiley, New York, 1972.
- [5] RUBIN, I.I: “Handbook of Plastic Material Technology”, Wiley, New York, 1990.
- [6] TADMOR, Z., GOGOS, C.G.: “Principles of Polymer Processing”, Wiley, New York, 1979.
- [7] WANG, V.W., HIEBER, C.A., WANG, K.K.: “Dynamic Simulation and Graphics for the Injection Molding of Three Dimensional Thin Parts”, J. Polym. Eng., 7, p. 21, 1986.
- [8] ROBERT A. MALLOY: “Plastic Part Design for Injection Molding”, Hanser, Garner, 1994.
- [9] HERBERT REES, “ Understanding Injection Mold Design”, Hanser Gardner ,2001.
- [10] I. MENGES, G. MOHREN, “How to make injection Molds”, Hanser Gardner, 2001.
- [11] THOM TREMBLAY: “Injection Moulding Part Design” Proto Labs, Ltd. Shropshire, United Kingdom, 2011.
- [12] Plastic Advisor Help notes, MoldFlow, 2002.
- [13] ΜΕΛΕΤΗΣ ΒΟΥΛΓΑΡΗΣ: “Τεχνολογία Κατασκευής Εργαλείων & Καλουπιών ΤΟΜΟΣ Ι” Ευρωπαϊκές Τεχνολογικές Εκδόσεις, ΙΩΝ, Αθήνα, 1998.
- [14] ΜΕΛΕΤΗΣ ΒΟΥΛΓΑΡΗΣ: “Τεχνολογία Κατασκευής Εργαλείων & Καλουπιών ΤΟΜΟΣ ΙΙ” Ευρωπαϊκές Τεχνολογικές Εκδόσεις, ΙΩΝ, Αθήνα, 1998.
- [15] Παπαδόπουλος Φώτης , “Η προσομοίωση της διαδικασίας χύτευσης υπό πίεση και η εφαρμογή της σε πραγματικό προϊόν”, Διπλωματική εργασία, Χανιά 2004.