



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
Εθνικόν και Καποδιστριακόν
Πανεπιστήμιον Αθηνών
— ΙΔΡΥΘΕΝ ΤΟ 1837 —

Συγκρότημα Ευρίπου - Γενικό Τμήμα
ΠΜΣ Σχεδίαση και Κατασκευή Συστημάτων
Αγωνιστικών Οχημάτων

Μάθημα: ΜΣΚ21 CAD/CAM/CNC



ΆΣΚΗΣΗ 1

ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ &
ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΚΑΛΟΥΠΙΟΥ ΣΦΥΡΗΛΑΤΗΣΗΣ



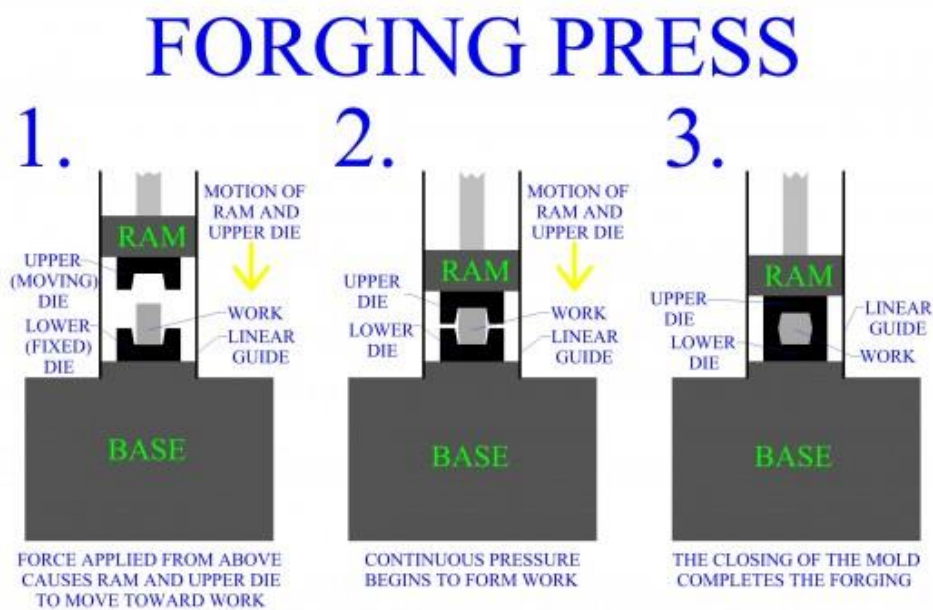
Υπεύθυνος: Δρ. Μηχ. Α. Κριμπένης
Επίκουρος Καθηγητής

Ακαδημαϊκό Έτος 2021-22

Ζητείται η οικονομοτεχνική μελέτη σχεδίασης & κατασκευής δύο καλουπιών σφυρηλάτησης εξαρτημάτων οχημάτων με βοήθεια λογισμικού CAD/CAM για κατεργασία σε κέντρο κατεργασιών CNC 3-αξόνων από ομάδα δύο φοιτητών.

1. Σύντομη επεξήγηση της θεωρίας.

Για τη σφυρηλάτηση ενός εξαρτήματος χρειάζεται καλούπι, το οποίο διαιρείται σε δύο μέρη: (α) το σταθερό, το οποίο είναι πακτωμένο στο σταθερό τμήμα της μηχανής σφυρηλάτησης (βάση), και (β) το κινητό, το οποίο κινείται μαζί με το κινούμενο μέρος της μηχανής σφυρηλάτησης (Σχήμα 1).



Σχήμα 1. Η διαδικασία σφυρηλάτησης με μηχανική πρέσσα.

Η σφυρηλάτηση πολύπλοκων τεμαχίων συνήθως πραγματοποιείται σε *στάδια*, από δύο ως πέντε, και συνήθως το καλούπι είναι σύνθετο. Σύνθετο καλούπι σφυρηλάτησης καλείται αυτό που σε κάθε πάτημα της πρέσσας σφυρηλάτησης εξάγονται ενδιάμεσες μορφές του τεμαχίου, όπως στο σχήμα που ακολουθεί (Σχήμα 2). Για περισσότερες πληροφορίες, παρακαλώ δείτε την επισυναπτόμενη βιβλιογραφία.



Σχήμα 2. Σύνθετο καλούπι σφυρηλάτησης διωστήρα. Φέρει τέσσερις κοιλότητες, η κάθε μία από τις οποίες παράγει διαφορετικό στάδιο (από το 1 μέχρι το 3) του τεμαχίου μέχρι το τελικό (το 4). Το αρχικό υλικό που χρησιμοποιείται έχει μορφή κυλίνδρου.

Κατά τη σφυρηλάτηση, το αρχικό υλικό έχει μεγαλύτερο όγκο από αυτόν του τελικού τεμαχίου κατά 10-20%, ώστε να εξασφαλίζεται η πλήρωση της κοιλότητας του καλουπιού και η συνεπής σφυρηλάτηση χωρίς ατέλειες στο τεμάχιο.

Οι διαστάσεις του κάθε μέρους του καλουπιού σφυρηλάτησης είναι από δύο έως πέντε φορές μεγαλύτερες από τις διαστάσεις του τεμαχίου που κατεργάζονται. Αυτό απαιτείται για να εξασφαλίζεται η μηχανική αντοχή του καλουπιού σε θλίψη, στρέψη και κόπωση. Εξαιρέση σε αυτόν τον γενικό κανόνα συναντάται στα καλούπια τύπου ελάσματος (stamping dies), όπου ο όγκος του υλικού είναι μικρός και άρα στο επίπεδο που είναι παράλληλο με το έλασμα, οι διαστάσεις του καλουπιού είναι σχεδόν δύο φορές μεγαλύτερες του τεμαχίου. Επίσης εξαιρέση αποτελούν τα καλούπια επιμήκων τεμαχίων, στα οποία η διάσταση του καλουπιού κατά μήκος του μακρού άξονα του τεμαχίου μπορεί να είναι ως 1,5 φορά μεγαλύτερη του τεμαχίου.

Κατά τη σχεδίαση των μερών του καλουπιού πρέπει να λαμβάνεται μέριμνα για την ορθή οδήγηση για το κλείσιμο και το άνοιγμα πριν και μετά το πάτημα. Η οδήγηση αυτή πραγματοποιείται με απλά γεωμετρικά στοιχεία (κόλυρους κώνους αρσενικούς στο κινητό και θηλυκούς στο σταθερό μέρος, ορθογωνικά στοιχεία με κλίση ως προς τη φορά κίνησης της πρέσσας, κ.ά.) τα οποία αποτελούν μέρος του καλουπιού και σπάνια είναι ένθετα.

Για τη διευκόλυνση της εξαγωγής των τεμαχίων μετά τη σφυρηλάτηση, οι επιφάνειες του σταθερού και του κινητού μέρους του καλουπιού που έρχονται σε επαφή κατά την κατεργασία, σχηματίζουν μια μικρή κλίση ως προς το οριζόντιο επίπεδο, η οποία είναι έως 1° . Άρα, αν το σταθερό μέρος έχει επιφάνεια με κλίση $+0,5^\circ$, το κινητό μέρος πρέπει να έχει επιφάνεια με κλίση $-0,5^\circ$.

2. Επιλογή Τεμαχίων

Η εργασία πραγματοποιείται σε ομάδες των 2 σπουδαστών. Ο κάθε σπουδαστής της ομάδας αναλαμβάνει όλες τις ενέργειες που αφορούν το Τεμάχιο του και βαθμολογείται ανεξάρτητα. Η τεχνική έκθεση είναι κοινή για την ομάδα.

Τα καλούπια που καλείται να πραγματοποιήσει η κάθε ομάδα εξαρτώνται από τον αριθμό μητρώου του κάθε μέλους της ομάδας ως εξής:

1. Αν το πρώτο μέλος της ομάδας (αυτό με τον μικρότερο Αριθμό Μητρώου) έχει τελευταίο ψηφίο Αριθμού Μητρώου περιττό, τότε λαμβάνει το Τεμάχιο Α. Αν έχει άρτιο, τότε λαμβάνει το Τεμάχιο Β.
2. Αν το δεύτερο μέλος της ομάδας (αυτό με τον μεγαλύτερο Αριθμό Μητρώου) έχει τελευταίο ψηφίο Αριθμού Μητρώου περιττό, τότε λαμβάνει το Τεμάχιο Γ. Αν έχει άρτιο, τότε λαμβάνει το Τεμάχιο Δ.

Τα μέλη της ομάδας μπορούν αμοιβαία να αλλάξουν μεταξύ τους τα τεμάχια που τους αντιστοιχούν, όχι με άλλα όμως της εκφώνησης.

Παράδειγμα: Έστω μέλη της ομάδας με Αρ. Μητρώου 17002 και 17011. Τότε, το μέλος με τον μικρότερο Αρ. Μητρώου, δηλαδή το 17002, λαμβάνει το Τεμάχιο Β, επειδή είναι ζυγό το τελευταίο ψηφίο, και το μέλος με τον μεγαλύτερο Αρ. Μητρώου, δηλαδή το 17011, λαμβάνει το Τεμάχιο Γ, γιατί είναι μονό το τελευταίο ψηφίο.

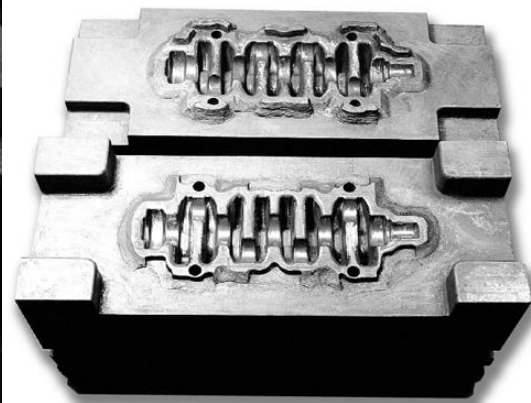
3. Τεμάχια και Αντίστοιχα Καλούπια

Τα τεμάχια από τα οποία αναλαμβάνετε για τη συγκεκριμένη εργασία είναι (δύο από τα παρακάτω τέσσερα):

ΤΕΜΑΧΙΟ Α. Διωστήρας κινητήρα ΜΕΚ με σφυρηλάτηση εν θερμώ σε 4 στάδια



ΤΕΜΑΧΙΟ Β. Στροφαλοφόρος άξονας για κινητήρα ΜΕΚ V12 με σφυρηλάτηση εν θερμώ σε 3 στάδια.



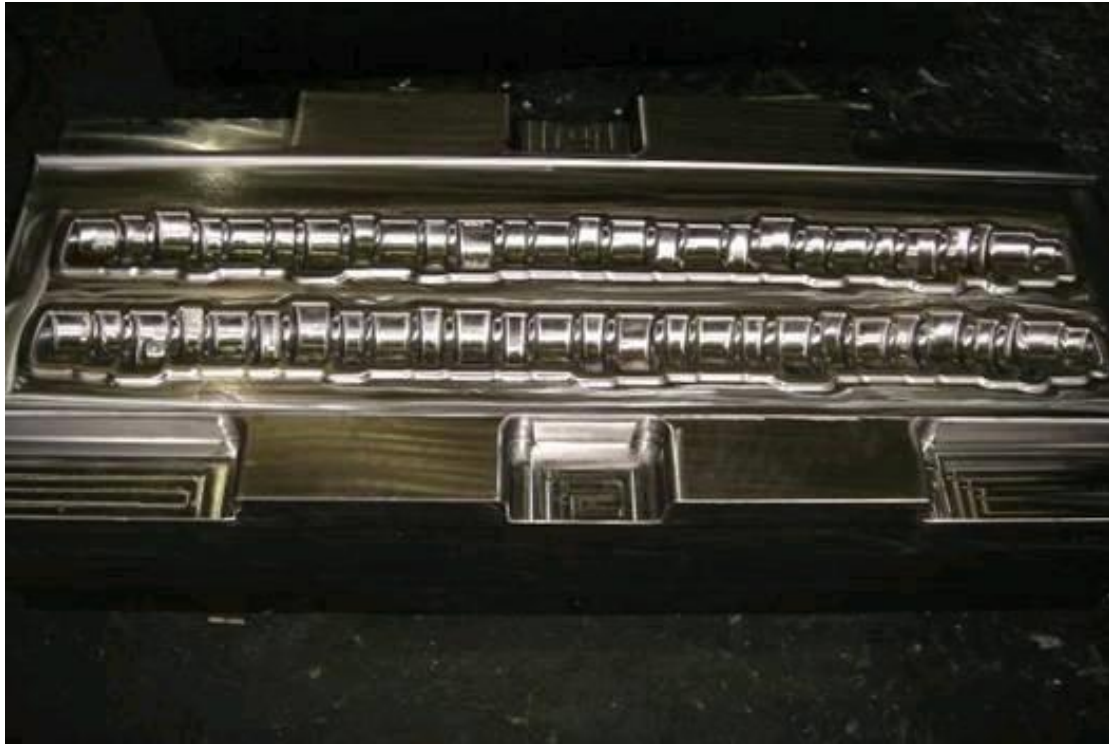
Rohteil 1. Zwischenform 2. Zwischenform 3. Zwischenform Endform



Querfließpressen Querfließpressen Mehrdirektionales Schmieden Präzisions Schmieden



ΤΕΜΑΧΙΟ Γ. εκκεντροφόρος άξονας για ΜΕΚ V12 με 4 βαλβίδες ανά κύλινδρο με σφυρηλάτηση εν θερμώ σε 2 στάδια.



ΤΕΜΑΧΙΟ Δ. Φτερό πίσω αριστερό από Chevrolet Camaro, γενικού πάχους 2mm, αλλά 3mm στις ενισχύσεις. Σφυρηλάτηση εν ψυχρώ (stamping) σε 3 στάδια.



Σημείωση: Το καλούπι θα πρέπει να αποτυπώνει πάνω στο τεμάχιο που παράγει το λογότυπο της ομάδας και τα διακριτικά του φοιτητή (π.χ. Αρ. Μητρώου ή Όνομα ή Αρχικά Ονόματος ή οποιοδήποτε άλλο αντιστοιχο διακριτικό) σε σημείο που δεν επεμβαίνει στη λειτουργία του τεμαχίου.

4. Υλικά

Ως υλικό όλων των τεμαχίων θεωρείται χάλυβας καλουπιών/εργαλείων κατάλληλης αντοχής για την εφαρμογή στην οποία προορίζεται. Αν το κρίνετε απαραίτητο, μπορείτε να υποθέσετε άλλα υλικά για τα παραπάνω τεμάχια, αρκεί να αιτιολογήσετε επαρκώς την επιλογή σας στην Τεχνική Έκθεση που θα παραδώσετε. Για παράδειγμα, στην περίπτωση του Τεμαχίου Δ, είναι δυνατόν αντί για χάλυβας να θεωρηθεί κατάλληλο κράμα αλουμινίου υψηλής σκληρότητας, π.χ. 6063.

Για τα Τεμάχια Α, Β και Γ θεωρήστε ότι το αρχικό τεμάχιο είναι κύλινδρος με κατάλληλη διάμετρο, ενώ για το Τεμάχιο Δ θεωρήστε ότι το αρχικό τεμάχιο είναι φύλλο κατάλληλου πάχους.

Το υλικό του καλουπιού πρέπει να επιλεγεί κατάλληλα από τα προτεινόμενα ή άλλα που διατίθενται στο εμπόριο, ώστε να εξασφαλίζει τη συνεπή του χρήση και την αντοχή του για τουλάχιστον 5.000 πατήματα, πριν να χρειαστεί επιδιόρθωση ή αντικατάσταση, με το ελάχιστο δυνατό κόστος. Σε αυτήν την κατεύθυνση μπορούν να αναζητηθούν εναλλακτικές λύσεις για επιφανειακή κατεργασία του υλικού του καλουπιού για βέλτιστη απόδοση.

5. Δεδομένα

5.1 Κόστος εργασίας

Ο παρακάτω πίνακας δίνει το κόστος εργασιών για σχεδίαση και μελέτη κατασκευής (CAD/CAM) ανάλογα με την πολυπλοκότητα του εκτελούμενου έργου.

α/α	Εργασία	Κόστος (€/h)*
1	3Δ Σχεδίαση – CAD	20
2	CAM για CNC 2 και 2,5 αξόνων	20
3	CAM για CNC 3 αξόνων	25
4	CAM για CNC 4 και 5 αξόνων	30
5	CAM για CNC 6 και περισσότερων αξόνων	35
6	Χειρισμός CNC 2 και 3 αξόνων	11
7	Χειρισμός CNC 4, 5 και περισσότερων αξόνων	12,5

* Στις παραπάνω τιμές δεν περιλαμβάνεται το ΦΠΑ, είναι όμως μεικτός (συμπεριλαμβάνονται η ασφάλεια και οι λοιπές κρατήσεις).

5.2 Κόστος υλικού καλουπιού

Ο Πίνακας που ακολουθεί δίνει το κόστος διάφορων πιθανών υλικών για το καλούπι, από πρόσφατη προσφορά εταιρίας που εμπορεύεται χάλυβες καλουπιών και εργαλείων. Υπενθυμίζεται ότι η μέση πυκνότητα των χαλύβων είναι $\rho = 7,8 \text{ kg/lit}$. Για τους υπολογισμούς του κόστους στην εργασία χρησιμοποιήστε τη στήλη «Επί Πιστώσει».

1/4/2015	ΜΕΤΡΗΤΟΙΣ	ΕΠΙ ΠΙΣΤΩΣΕΙ
ΠΟΙΟΤΗΤΑ	€/ kg	€/ kg
* ARNE	5,50	6,00
CALMAX	7,00	7,70
CHIPPER / VIKING	9,00	9,80
* SLEIPNER	9,90	10,90
* SVERKER 21	8,50	9,40
SVERKER 3	7,90	8,70
UHB 11	2,95	3,25
VANADIS 10	44,80	48,00
ALUMEC	11,00	11,90
CORRAX	19,10	21,00
IMPAX SUPREME Φ	5,20	5,70
IMPAX SUPREME Λάμες	5,40	5,90
MIRRAX	10,40	11,50
MOLDMAX	69,50	76,50
NIMAX Φ (στρογγυλά)	5,90	6,50
NIMAX Λάμες	6,30	6,90
RAMAX HH	8,50	9,30
STAVAX ESR	8,10	8,90
UNIMAX	12,40	13,60
ALVAR	4,20	4,60
ALVAR 14	4,85	5,35
BALDER	11,40	12,60
DIEVAR	12,00	13,20
HOTVAR	12,00	13,20
ORVAR 2M	7,60	8,40
ORVAR 2M Φ>70	6,30	6,90
ORVAR SUPREME	8,00	8,80
QRO 90	11,90	13,10
QRO 90 HT	18,00	19,80
THG 2000 HT	12,40	13,60
ELMAX	46,00	50,10
VANADIS 4	38,40	42,20
VANADIS 4 EXTRA	39,00	42,90
VANADIS 6	40,60	44,70
VANADIS 21	46,50	51,10
VANADIS 31	51,90	57,10
VANADIS 51	86,90	95,60
VANADIS 40	58,00	63,80

* Διαστάσεις που "εξυπηρετούνται" από λάμες φάρδους 500mm **επιβαρύνονται 0,30€/kg**

Στα Παραρτήματα Α & Β δίνονται αντίστοιχα η ονοματολογία και οι ιδιότητες των χαλβών καλουπιών.

5.3 Ιδιότητες Πρέσσας



1. Μέγιστες διαστάσεις σταθερού και κινητού μέρους καλουπιού 2000x1400x800mm. Οι μέγιστες διαστάσεις σημαίνουν ότι δεν μπορεί να τοποθετηθεί στην πρέσσα μεγαλύτερο καλούπι. Μπορούν όμως να τοποθετηθούν μικρότερα με τις εξής διαβαθμίσεις:
 - (α) 2000x1400x800, 1600x1200x600, 1200x1000x500
 - (β) 1000x800x400, 900x700x400, 800x600x400, 700x500x400, 600x400x400
 - (γ) 900x700x350, 800x600x350, 700x500x350, 600x400x350
 - (δ) 800x600x300, 700x500x300, 600x400x300
 - (ε) 700x500x250, 600x400x250, 500x300x250
 - (στ) 700x500x200, 600x400x200, 500x300x200, 400x250x200
2. Το συνολικό βάρος του κινητού μέρους δεν μπορεί να είναι παραπάνω από 10tn.
3. Τα υποσυστήματα της πρέσσας που στηρίζουν το κινητό μέρος του καλουπιού έχουν συνολικό βάρος 2tn.
4. Υδραυλική πρέσσα δύναμης 20.000 tn.
5. Αριθμός πατημάτων: 6 πατήματα/min για βάρος κινητού μέρους 7-10tn, 10 πατήματα/min για βάρος κινητού μέρους 5-7 tn, 12 πατήματα/min για βάρος κινητού μέρους 4-5tn, 15 πατήματα/min για βάρος κινητού μέρους 3-4tn, 18

πατήματα/min για βάρος κινητού μέρους 2,5-3tn, και 22 πατήματα/min για βάρος κινητού μέρους 2-2,5tn.

6. Κόστος χρήσης: Ηλ. Ρεύμα 2€ / h σε ονομαστική λειτουργία
7. Εργατοώρα χειριστή 10€/h μεικτά

5.4 Εργαλεία κοπής

Διατιθέμενα εργαλεία κοπής

1. Φρεζοκεφαλές διαμέτρου από 25 έως 200mm.
2. Κονδύλια επιπέδου άκρου (ή με ράδιο ή λοξότμηση) ολόσωμα καρβιδίου και με ένθετα πλακίδια διαμέτρων από 0.5 έως 25 mm
3. Κονδύλια σφαιρικού άκρου ολόσωμα καρβιδίου και με ένθετα πλακίδια διαμέτρων από 0.5 έως 25mm.
4. Τρυπάνια, κεντροτρύπανα και κεντραδόροι διαμέτρου από 1 έως 20mm.
5. Εργαλεία μορφής V 60° και 90° για εγχαράξεις και γωνιοτμήσεις.
6. Οποιοδήποτε άλλο εργαλείο (μορφής ή κλασσικής γεωμετρίας) μπορεί να είναι απαραίτητο για την επιτυχή κατεργασία του καλουπιού.

Κοπτικά Εργαλεία μπορούν να υιοθετηθούν από αυτά που διατίθενται στους καταλόγους εντός του CAM ή και να αναζητηθούν σε καταλόγους εργαλείων εταιριών, όπως οι παρακάτω:

- SECO Tools (<https://www.secotools.com/en/Global/Products/Milling/>)
- Widia (<http://www.widia.com/en/products.html>)
- ISCAR (<http://www.iscar.com/Products.aspx/CountryId/1/ProductId/3531>)
- JJ Tools (<http://www.jjtools.co.kr/eng/html/index.htm>)
- Leitz (<http://www.leitztooling.com/cnc.htm>) κτλ.

Προτείνεται να μη χρησιμοποιήσετε περισσότερους από 12 τύπους εργαλείων ανά καλούπι. Π.χ. 1-2 φρεζοκεφαλές, 4-6 κονδύλια, 2-3 τρυπάνια και 1-2 εργαλεία μορφής.

Ενδεικτικό κόστος αγοράς εργαλείων (θα πρέπει να αναζητήσετε το πραγματικό κόστος για το κάθε εργαλείο που χρησιμοποιείτε):

- Κονδύλια καρβιδίου ολόσωμα από 1mm - 8mm (μήκους ως 100mm) = 30-40€
- Κονδύλια καρβιδίου ολόσωμα από 10mm - 16mm (μήκους ως 100mm) = 45-80€
- Φρεζοκεφαλή με ένθετα πλακίδια, π.χ Ø40 περίπου 200€ αγορά και 30€ η εξάδα ένθετων πλακιδίων.
- Κτλ.

Υπό μεσαίες συνθήκες φόρτισης (στο μέσο της προτεινόμενης από τον κατασκευαστή περιοχής για fz και Vc) κατά την κατεργασία, τα κονδύλια έχουν χρόνο ζωής περίπου 50-60 ώρες. Οι κοπτικές ακμές των ένθετων πλακιδίων, με την ίδια προϋπόθεση όπως και προηγουμένως, έχουν χρόνο ζωής περίπου 100 ώρες. Εδώ υπενθυμίζεται ότι το κάθε ένθετο έχει τουλάχιστον δύο κοπτικές ακμές. Για τον ακριβή υπολογισμό του χρόνου ζωής των εργαλείων και των ενθέτων,

συμβουλευτείτε τους καταλόγους των εργαλείων από τους κατασκευαστές. Όπως είναι προφανές, αν ο χρόνος κατεργασίας με ένα εργαλείο, που προκύπτει από το λογισμικό CAM, υπερβαίνει τον χρόνο ζωής του εργαλείου, θα πρέπει να πραγματοποιήσετε αλλαγή εργαλείου σε άλλο ίδιο με αρχικό, το οποίο θα πρέπει να έχει τοποθετηθεί σε άλλη θέση στον μύλο των εργαλείων.

Θεωρήστε ότι διαθέτετε 25 φωλιές εργαλείων τύπου CT ή BT 40 και ότι δεν χρειάζεται να καταβάλετε κόστος για την αγορά τους.

5.5 Εργαλειομηχανή CNC

Για την 3-αξονική κατεργασία CNC του καλουπιού διατίθενται τα μοντέλα VM-2, VM-3 και VM-6 της εταιρίας HAAS (ή άλλα αντίστοιχα άλλων εταιριών κατασκευής κέντρων κατεργασίας CNC τύπου C ή τύπου Gantry). Είναι κέντρα κατεργασιών 3-αξόνων με διαστάσεις κατάλληλες, ώστε όλα τα πιθανά σταθερά και κινητά μέρη των καλουπιών της εργασίας να υποστούν τις απαραίτητες φάσεις κατεργασίας. Πληροφορίες και τεχνικές προδιαγραφές για αυτά μπορούν να αναζητηθούν στο site της εταιρίας στην ηλεκτρονική διεύθυνση http://int.haascnc.com/vmc_mt.asp?intLanguageCode=1033&webID=MOLD_MAC_HINE_VMC.

Οι μέγιστες διαστάσεις κατεργασίας (μέγιστες κινήσεις αξόνων) είναι

- α) Για το VM-2: 762x508x508mm στους άξονες X, Y και Z αντίστοιχα
- β) Για το VM-3: 1016x660x635mm στους άξονες X, Y και Z αντίστοιχα
- α) Για το VM-6: 1626x813x762mm στους άξονες X, Y και Z αντίστοιχα

Μερικά σημαντικά τεχνικά χαρακτηριστικά των παραπάνω μοντέλων είναι:

- α) Μέγιστη ταχύτητα περιστροφής ατράκτου 12.000rpm και μέγιστη ισχύς κατεργασίας 22,4kW με μέγιστη ροπή 122Nm στις 2000rpm.
- β) Μέγιστη πρόωση και στους τρεις άξονες 18.000mm/min για τα VM-2 και VM-3, 15.200mm/min για το VM-6
- γ) Μύλος εργαλείων 24 θέσεων, που δέχεται φωλιές εργαλείων τύπου CT ή BT 40.

Για τον υπολογισμό των παραμέτρων κατεργασίας, πρέπει να ληφθεί υπόψη η μέγιστη διαθέσιμη ισχύς και ταχύτητα περιστροφής του κινητήρα κυρίας ατράκτου της εργαλειομηχανής CNC, αλλά και των εργαλείων, σύμφωνα με τους πίνακες των κατασκευαστών.

Ανάλογα με το μέγεθος του καλουπιού, τα χρησιμοποιούμενα εργαλεία και τις συνθήκες κοπής, οι κατεργασίες μπορεί να χρειάζονται από μερικές ώρες έως αρκετές μέρες για να ολοκληρωθούν.

Κόστος λειτουργίας Εργαλειομηχανής CNC (από ηλ. ρεύμα): 2€/h σε ονομαστικό φορτίο. Σε αυτό το κόστος περιλαμβάνεται και το κόστος συντήρησης.

6. Βαθμοί και εργαλεία λογισμικού

Η εργασία είναι **υποχρεωτικά ομαδική σε ομάδες των 2 ατόμων** και λαμβάνει το **50% του συνολικού βαθμού του μαθήματος ΜΣΚ 21 CAD/CAM/CNC**.

Για το σχεδιαστικό μέρος της εργασίας (CAD) μπορεί να χρησιμοποιηθεί οποιοδήποτε parametric solid modeler ή ηλεκτρονική πλατφόρμα σχεδίασης. Για τη μελέτη κατασκευής, **χρησιμοποιείται οποιοδήποτε λογισμικό CAM (με προτεραιότητα στο λογισμικό SprutCAM)**.

Η πρόοδος της εργασίας θα παρουσιάζεται εβδομαδιαία κατά τη διάρκεια του μαθήματος στον διδάσκοντα, ώστε να επιλύονται πρακτικά ζητήματα που αφορούν την κατανόηση και την πραγματοποίησή της.

7. Παραδοτέα

1. Τεχνική έκθεση (σε έντοπη και ηλεκτρονική μορφή) από 8 έως 10.000 λέξεις συνολικά, στην οποία κατ' ελάχιστο περιλαμβάνονται υποχρεωτικά τα εξής (50 μονάδες από τις 100 της εργασίας):

A. Περιγραφή του προτεινόμενου καλουπιού. Επαρκής αιτιολόγηση για την επιλογή της σχεδίασης, του υλικού τεμαχίου και καλουπιού, σύμφωνα με τις εξωτερικές διαστάσεις, τις αντοχές, την καταλληλότητα για τη συγκεκριμένη εφαρμογή και το κόστος αγοράς και επεξεργασίας. Κόστος χρήσης ανά ώρα και συνολικά για 10.000 πατήματα. Για την υποστήριξη στη σχεδίαση του καλουπιού μπορείτε να χρησιμοποιήσετε και βοηθήματα των σχεδιαστικών προγραμμάτων, π.χ. τα Mold Tools του SolidWorks, το Toolmaker της Delcam κτλ.

B. Πίνακες υπολογισμού κόστους παραγωγής του καλουπιού. Στους Πίνακες αυτούς να συμπεριληφθούν το κόστος σχεδίασης και κατασκευής CAD/CAM, το αναλυτικό κόστος εργαλείων, συμπεριλαμβανομένων των απαιτούμενων αντικαταστάσεων σύμφωνα με τον χρόνο που κατεργάζονται, και του χειρισμού του CNC.

Γ. Αναλυτικά φασεολόγια για την εκτέλεση όλων των κατεργασιών. Συμπληρώνονται οι χρόνοι κατεργασίας ανά φάση, τα χρησιμοποιούμενα εργαλεία, συνθήκες και στρατηγικές κατεργασίας, η απαιτούμενη ισχύς κατεργασίας (μέγιστη ανά φάση) και όποιο άλλο στοιχείο κρίνετε απαραίτητο.

Δ. Προτεινόμενη τιμή πώλησης και χρόνου παράδοσης του καλουπιού μετά από αιτιολόγηση, σύμφωνα με την συνολική κοστολόγηση. Για τους υπολογισμούς αυτούς αγνοείτε το κόστος κτήσης της εργαλειομηχανής CNC.

Ε. Βιβλιογραφία

2. Τρισδιάστατα σχέδια εξαρτημάτων και καλουπιών (10 μονάδες).
3. Το project κατεργασίας (φάκελος αρχείων) για κάθε μέρος τους καλουπιού στο λογισμικό CAM και το φασεολόγιο που αφορά τις φάσεις κατεργασίας του πάνω σε κέντρο κατεργασιών CNC 3-αξόνων (20 μονάδες).
4. Αρχείο παρουσίασης (σε pptx ή pdf) της εργασίας με τα πιο σημαντικά στοιχεία της μελέτης. Έως 20 διαφάνειες (20 μονάδες).


Τα παραπάνω θα πρέπει να τα ανεβάσετε σε φάκελο με τίτλο το επίθετό σας με λατινικούς χαρακτήρες συνοδευόμενο από τη λέξη Ask1, π.χ. Papadopoulos-Ask1 έως τις 3/6/2022 στο onedrive:

https://1drv.ms/u/s!Ar7cXJ41A8syhy7qZja9S6YvA6_F?e=9nRvj1

Παράρτημα Α. Ονοματολογία & Χρήση Χαλύβων Καλουπιών

INTERNATIONAL STANDARDS COMPARISON CHART						
	DIN	W.Nr (GERMANY)	AISI (USA)	SS (SWEDEN)	JIS (JAPAN)	BS4659 (GB)
ARNE	100MnCrW4	1.2510	01	2140	SKS 3	B01
CALMAX	X63CrMoV51	1.2358	-	-	-	-
CHIPPER-VIKING	X50CrMoV9-1-1	(1.2631)	-	-	-	-
SLEIPNER	-	-	-	-	-	-
SVERKER 3	X210CrW12	1.2436	D6	2312	SKD2	BD6
SVERKER 21	X155CrMoV511	1.2379	D2	2310	SKD11	BD2
VANADIS 10	-	-	-	-	-	-
VANADIS 23	-	1.3344	M3:2	2725	-	-
VANADIS 30	-	-	M3:2+Co	2726	-	-
RIGOR	X100CrMoV5-1	1.2363	A2	2260	SKD 12	BA2
UHB 11	-	1.1730	1148	1660/1672	-	-
ALVAR 14	55NiCrMoV6	1.2714	-	-	-	-
DIEVAR	X38CrMoV5-3 ESU	1.2367 ESU	-	-	-	-
HOTVAR	-	-	-	-	-	-
ORVAR Supreme	X40CrMoV51 ESU	1.2344 ESU	H13 improved	2242	SKD 61	BH13
ORVAR 2M	X40CrMoV51	1.2344	H13	2242	SKD 61	BH13
QRO 90 Supreme	-	-	-	-	-	-
THG 2000	-	-	-	-	-	-
CORRAX	-	-	-	-	-	-
RAMAX 2	X36CrMo17	1.2085	420 F	-	-	-
ELMAX	-	-	-	-	-	-
GRANE	-	1.2721	L6	2550	-	-
HOLDAX	-	1.2312	-	-	-	-
IMPAX Supreme	35CrMnNiMo8	1.2738	P20	2541	-	-
STAVAX ESR	X42Cr13 ESU	1.2083 ESU	420 mod.	2304	SUS 420	-
STAVAX SUPREME	X42CrNiMo13 ESU					
ALUMEC (170 HBr Stretched)			7075			
MOLDMAX (400 HBr)	CuBe2		C 17200 S.H.T.& A			
Cold Work		Hot Work		Plastic Mould		

ΣΤΑΣΙΝΟΠΟΥΛΟΣ - UDDEHOLM A.E.B.E.
ΑΘΗΝΩΝ 20 – ΠΕΙΡΑΙΑΣ
 ΤΗΛ: 210 41 72 109



Παράρτημα Β. Ιδιότητες Χαλύβων Καλουπιών

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΧΑΛΥΒΩΝ*

Εμπορική Ονομασία	W. Nr. (Germany)	Χημική Ανάλυση (%)							Επιπλέον κραμάτωση	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ**	
		C	Si	Mn	Cr	Mo	V	W			
ALVAR 14	1.2714	0.55	0.3	0.7	1.1	0.5	0.1				
ALVAR	(1.2714)	0.44	0.7	0.8	1.8	0.3	0.2		Ni : 0.6		
ARNE	1.2510	0.95	0.3	1.1	0.6		0.1	0.6		ΛΑΔΙΟΥ (O1)	
BALDER	-	0.3	0.3	1.2	2.3	0.8	0.8		Ni : 4.0	Προβαμμένος χάλυβας 42-45 HRC, δεκτικός σε PVD επικάλυψη	
BURE	1.2344	0.39	1.0	0.4	5.3	1.3	0.9			Χάλυβας αυξημένης δυσθραυστότητας, δεκτικός σε PVD επικάλυψη	
CALMAX	1.2358	0.60	0.35	0.8	4.5	0.5	0.2			ΧΑΛΥΒΑΣ ΚΡΟΥΣΕΩΣ	
CHIPPER/VIKING	1.2631	0.50	1.0	0.5	8.0	1.5	0.5				
CORRAX	(1.4534)	0.03	0.3	0.3	12.0	1.4			Ni:9.2 ,Al:1.6	Precipitation hardening stainless steel 34-52 HRC	
DIEVAR	1.2367	0.35	0.2	0.5	5.0	2.5	0.5		Ni : 0.1	Χάλυβας κατασκευασμένος E.S.R.	
HOTVAR	-	0.55	1.0	0.75	2.6	2.25	0.85			Δυνατότητα σκλήρυνσης μέχρι 62 HRC	
IMPAX SUPREME	1.2738	0.37	0.3	1.4	2.0	0.2			Ni: 1.0	S : 0.01 max , Προβαμμένος χάλυβας 31-35 HRC	
MOLDMAX HH	-	Βυρλιούχος Χαλκός (Be : 1.9 Co+Ni : 0.25 Cu : Balance)									Σκληρότητας περίπου 42 HRC
NIMAX	-	0.1	0.3	2.5	3.0	0.3			Ni : 1.0	Προβαμμένος χάλυβας 38-43 HRC	
ORVAR SUPREME	1.2344 improved	0.39	1.0	0.4	5.2	1.4	0.9			S : 0.003 max , E.S.R.	
ORVAR 2M	1.2344	0.39	1.0	0.4	5.3	1.3	0.9			S : 0.003 max , Microdized	
QRO 90 SUPREME	-	0.38	0.3	0.75	2.6	2.3	0.9			S : 0.003 max , E.S.R.	
QRO 90 HT	-	0.38	0.3	0.75	2.6	2.3	0.9			Προβαμμένος χάλυβας 40 HRC	
RAMAX HH	420F(AISI)	0.12	0.2	1.3	13.4	0.5	0.2		Ni: 1.6 ,S:0.1 , +N	Σκληρότητα παράδοσης 35 HRC	

1/3

Εμπορική Ονομασία	W. Nr. (Germany)	Χημική Ανάλυση (%)							Επιπλέον κραμάτωση	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ**
		C	Si	Mn	Cr	Mo	V	W		
RIGOR	1.2363	1.00	0.3	0.6	5.3	1.1	0.2			
SLEIPNER	-	0.90	0.9	0.5	7.8	2.5	0.5			ΧΑΛΥΒΑΣ ΓΙΑ ΣΥΝΔΥΑΣΜΕΝΗ ΦΘΟΡΑ
STAVAX ESR	(1.2083)	0.38	0.9	0.5	13.6		0.3			S : 0.001 max, P<0.03
SVERKER 3	(1.2436)	2.05	0.3	0.8	12.7			1.1		Σε σχέση με το κοινό 1.2436 έχει επιπλέον 0.5% W και 0.5% Mn. (D6) ΚΑΛΥΤΕΡΟΣ ΑΠΟ ΤΟΝ 1.2080
SVERKER 21	1.2379	1.55	0.3	0.4	11.8	0.8		0.8		D2
UNIMAX	-	0.5	0.2	0.5	5.0	2.3	0.5			Χάλυβας κατασκευασμένος E.S.R., υψηλής δυσθραυστότητας

Εμπορική Ονομασία	W. Nr. (Germany)	Χημική Ανάλυση (%)							Επιπλέον κραμιάτωση	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ**	
		C	Si	Mn	Cr	Mo	V	W			
CALDIE	-	0.7	0.2	0.5	5.0	2.3	0.5			Χάλυβας κατασκευασμένος E.S.R	
FORMAX	1.0050	0.18	0.3	1.4							
HOLDAX	1.2312	0.40	0.4	1.5	1.9	0.2			S : 0.07	Προβαμμένος χάλυβας 31-35 HRC	
MIRRAX ESR	-	0.25	0.35	0.55	13.3	0.35	0.35		Ni:1.35 , +N		
MOLDMAX XL	-	Κράμα Χαλκού (Ni : 9 , Sn : 6 , Cu : Balance									Περίπου 33 HRC με 50% καλύτερη κατεργαστικότητα και 300% καλύτερη θερμική αγωγιμότητα από τον IMPAX
POLMAX	(1.2083)	0.38	0.9	0.5	13.6		0.3				
RAMAX LH	-	0.12	1.0	1.45	14.0	0.2	0.1		Ni: 1.6 ,S:0.1 , +N	Σκληρότητα παράδοσης 31 HRC	
UHB 11	1.1730	0.46	0.2	0.7						CK45	
VIDAR SUPERIOR	1.2340	0.36	0.3	0.3	5.0	1.3	0.5				
VIDAR I	1.2343	0.38	1.0	0.4	5.0	1.3	0.4				
VIDAR I ESR	1.2343	0.38	1.0	0.4	5.0	1.3	0.4				
Χάλυβες κονιομεταλλουργίας											
ELMAX	-	1.70	0.8	0.3	18.0	1.0	3.0			Ανοξείδωτος χάλυβας κονιομεταλλουργίας με δυνατότητα σκλήρυνσης μέχρι 62 HRC.	
VANADIS 4 EXTRA	-	1.40	0.4	0.4	4.7	3.5	3.7			Εξαιρετικός για εξέλιξη ανοξείδωτου χάλυβα και κοπές μεγάλου πάχους.	
VANADIS 6	-	2.10	1.0	0.4	6.8	1.5	5.4			Ταχυχάλυβας κονιομεταλλουργίας γενικών χρήσεων.	
VANADIS 10	-	2.90	0.5	0.5	8.0	1.5	9.8			Ταχυχάλυβας κονιομεταλλουργίας ιδανικός για μεγάλες τριβές.	
VANCRON 40	-	1.10	0.5	0.4	4.5	3.2	8.5	3.7	N : 1.8	Μοναδικός χάλυβας με Νιτρίδια , τεράστια αντοχή σε galling ,chipping .	
VANADIS 23	(1.3344)	1.28			4.2	5.0	3.1	6.4		Ταχυχάλυβας κονιομεταλλουργίας μέσης αντοχής για κοπή, διαμόρφωση , τριβή.	
VANADIS 30	(1.3207)	1.28			4.2	5.0	3.1	6.4	Co : 8,5	Ταχυχάλυβας κονιομεταλλουργίας μεγάλης αντοχής για κοπή, διαμόρφωση , τριβή.	
VANADIS 60	(1.3241)	2.30			4.2	7.0	6.5	6.5	Co : 10.5	Ταχυχάλυβας κονιομεταλλουργίας εξαιρετικής αντοχής για κοπή, διαμόρφωση, τριβή.	