

Hellenic additive **MANUFACTURING**



PEDROTTI

NORMALIZZATI - MECCANICA

www.pedrotti.it



THERMOPLAY®
THERMOPLAY

ΘΕΡΜΟΚΑΝΑΛΙΑ • ΠΙΝΑΚΕΣ
ΘΕΡΜΑΙΝΟΜΕΝΕΣ ΜΠΟΥΚΑΔΟΥΡΕΣ

ΑΝΤΙΠΡΟΣΩΠΕΙΕΣ - ΕΙΣΑΓΩΓΕΣ

ΑΒΑΤΑΓΓΕΛΟΣ Ι. & ΣΙΑ ΟΕ

ΣΚΡΑ 7, 143 42 Ν. ΦΙΛΑΔΕΛΦΕΙΑ

ΤΗΛ.: 210 2712 912, ΤΗΛ./FAX: 210 2791418

e-mail: iavatagelos@gmail.com

3D εκτύπωση και καλούπια injection...!!!

Η 3D εκτύπωση αλλάζει σταδιακά τον τρόπο με τον οποίο σχεδιάζονται, δοκιμάζονται και εξελίσσονται τα καλούπια injection. Δεν έρχεται να αντικαταστήσει τη συμβατική κατασκευή καλουπιών, αλλά να λειτουργήσει συμπληρωματικά, μειώνοντας τον χρόνο από τον σχεδιασμό έως την παραγωγή.

Στην κατασκευή ενός καλουπιού, η ακρίβεια της κοιλότητας, του αρσενικού, του συστήματος τροφοδοσίας και της ψύξης καθορίζει σε μεγάλο βαθμό την ποιότητα του τελικού εξαρτήματος. Η 3D εκτύπωση μπορεί να αξιοποιηθεί ιδιαίτερα στη δημιουργία πρωτοτύπων και δοκιμαστικών μορφών, επιτρέποντας γρήγορες αλλαγές στη γεωμετρία πριν από την τελική επένδυση σε ένα μεταλλικό καλούπι.

Η προσέγγιση αυτή αποκτά ιδιαίτερη αξία όταν απαιτούνται πολλαπλές επαναλήψεις σχεδιασμού. Ένα δοκιμαστικό καλούπι μιας κοιλότητας μπορεί να προσφέρει πολύτιμες πληροφορίες για τη λειτουργία του καλουπιού και τη συμπεριφορά του προϊόντος, πριν προχωρήσει η τελική κατασκευή.

Ο σωστός συνδυασμός των δύο τεχνολογιών προσφέρει, σχεδιασμό που γίνεται ταχύτερα, οι αστοχίες εντοπίζονται νωρίτερα και η μετάβαση από την ιδέα στη βιομηχανική παραγωγή γίνεται με μεγαλύτερη ασφάλεια.

Μανώλης Μαρινάκης

Π Ε Ρ Ι Ε Χ Ο Μ Ε Ν Α

EDITORIAL

2 3D εκτύπωση και καλούπια injection...!!!

ΘΕΜΑΤΑ

4 Προσθετική Κατασκευή και Μορφοποίηση Πλαστικών με Έγχυση (injection)
12 Πρωτότυπο ≠ Προϊόν - Τι αλλάζει όταν το σχέδιο περνάει από τον 3D εκτυπωτή στο καλούπι

ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ

20 SLM για Industrial Prototyping και Low-Volume Παραγωγή Μεταλλικών Κομματιών - ANiMA A1
24 3D Scanning της ZEISS και Z-Mechanics - Συνέντευξη της κας Ελευθερίας Βαλάκα, Design & Quality Control Engineer στη Z-Mechanics
32 Πλήρως αυτοματοποιημένος σταθμός αλλαγής εργαλείων για τις πλατφόρμες Heron AM - (3D εκτύπωση + φινίρισμα)

ΕΙΔΗΣΕΙΣ

34 Η Fourth Dimension Technologies Ανακοινώνει Νέα Συνεργασία με τη Mastrex για 3D Εκτυπωτές Μετάλλου

4



12



21



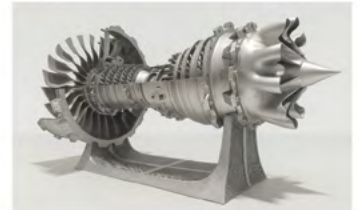
26



32



34



AM SUMMIT 2026

INDUSTRIAL ADDITIVE
MANUFACTURING SUMMIT

ΑΠΟ ΤΗΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΣΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ

Η κορυφαία εκδήλωση για τεχνολογίες
3D printing, 3D scanning και CAD/ PLM
με πραγματικές εφαρμογές που
διαμορφώνουν το μέλλον της βιομηχανίας.

3 ΗΜΕΡΕΣ
ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑΣ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΔΙΚΤΥΩΣΗΣ

ΣΥΜΜΕΤΟΧΗ ΚΟΡΥΦΑΙΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΩΝ, ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΣΥΝΕΡΓΑΤΩΝ & ΕΙΔΙΚΩΝ



ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΕΙΣ ΚΟΡΥΦΑΙΩΝ ΕΙΔΙΚΩΝ

Ενημερωθείτε από
καταξιωμένους ειδικούς
και στελέχη της
βιομηχανίας.



ΖΩΝΤΑΝΕΣ ΕΠΙΔΕΙΞΕΙΣ & ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ

Δείτε τεχνολογίες αιχμής
σε δράση στο showroom
και το εργαστήριο μας.



ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΕΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΛΥΣΕΙΣ

Ανακαλύψτε λύσεις για
πραγματικές βιομηχανικές
προκλήσεις και
εφαρμογές.



ΔΙΚΤΥΩΣΗ ΜΕ ΗΓΕΤΕΣ ΤΗΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑΣ

Συναντήστε ειδικούς
τεχνολογίας και
επαγγελματίες και
συζητήστε τις δικές
σας εφαρμογές.



ΕΞΕΙΔΙΚΕΥΜΕΝΕΣ ΘΕΜΑΤΙΚΕΣ ΕΝΟΤΗΤΕΣ

Στοχευμένες ενότητες για
Βιομηχανική Παραγωγή, Υγεία
& Οδοντιατρική, Αεροδιαστημική
& Άμυνα, Ναυπηγική.

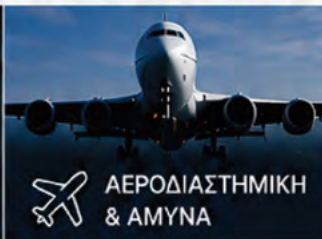
ΕΣΤΙΑΖΟΥΜΕ ΣΕ ΚΛΑΔΟΥΣ ΠΟΥ ΔΗΜΙΟΥΡΓΟΥΝ ΤΟ ΜΕΛΛΟΝ



ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ
ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ



ΥΓΕΙΑ &
ΟΔΟΝΤΙΑΤΡΙΚΗ



ΑΕΡΟΔΙΑΣΤΗΜΙΚΗ
& ΑΜΥΝΑ



ΝΑΥΠΗΓΙΚΗ



13-15
ΟΚΤΩΒΡΙΟΥ 2026
ΑΘΗΝΑ, ΕΛΛΑΔΑ



Εγκαταστάσεις
4th Dimension Technologies
Αθήνα

Το AM Summit φέρνει κοντά κορυφαίους
κατασκευαστές, μηχανικούς, σχεδιαστές
και στελέχη, για να διερευνήσουν το μέλλον
της Προσθετικής Κατασκευής και του
ψηφιακού μετασχηματισμού.

ΔΩΡΕΑΝ ΣΥΜΜΕΤΟΧΗ

Οι θέσεις είναι περιορισμένες!

ΕΞΑΣΦΑΛΙΣΤΕ ΤΗ ΘΕΣΗ ΣΑΣ!

ΣΑΡΩΣΤΕ ΤΟ QR CODE
ΓΙΑ ΝΑ ΔΗΛΩΣΕΤΕ
ΤΟ ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΝ ΣΑΣ



ΠΡΟΣΘΕΤΙΚΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ



3D ΜΕΤΡΟΛΟΓΙΑ



ΨΗΦΙΑΚΗ ΜΕΤΑΠΟΙΗΣΗ



CAD / PLM

ΔΙΟΡΓΑΝΩΣΗ
4TH DIMENSION
TECHNOLOGIES
SHAPING THE FUTURE
OF INDUSTRIAL INNOVATION

ΜΕ ΤΗ ΣΥΜΜΕΤΟΧΗ ΚΟΡΥΦΑΙΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΣΥΝΕΡΓΑΤΩΝ



stratasys



ptc



FARO CREAFORM

AMETEK



MASTREX



www.4thdimension.gr



info@4thdimension.gr



+30 210 8070115

Προσθετική Κατασκευή και Μορφοποίηση Πλαστικών με Έγχυση (injection)

Συμπληρωματικές Τεχνολογίες για το Μέλλον της Παραγωγής

Εισαγωγή

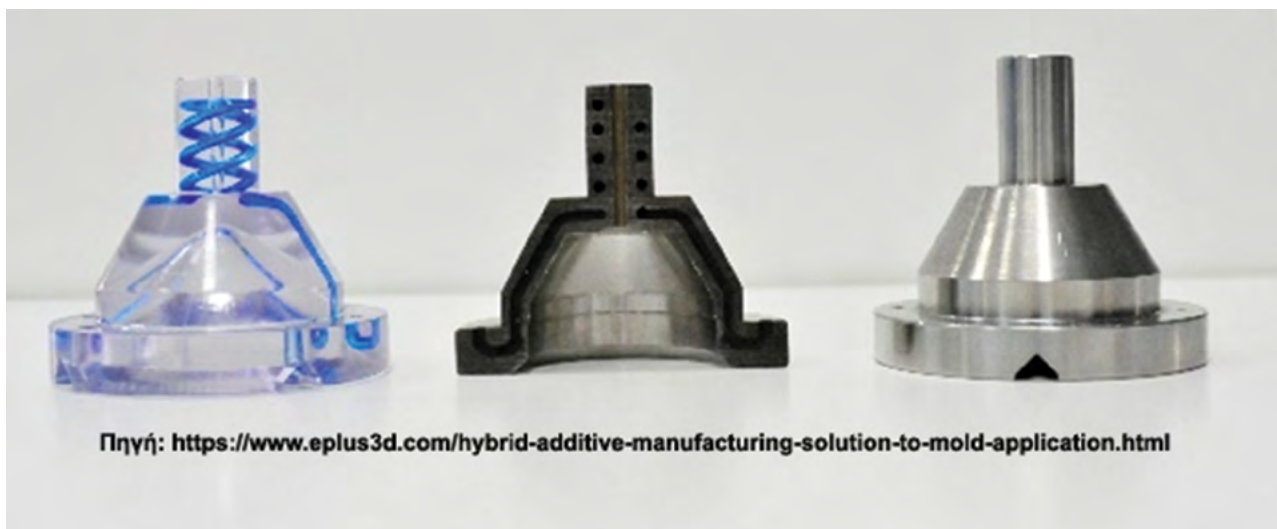
Η βιομηχανία παραγωγής έχει σημειώσει τεράστιες προόδους τις τελευταίες δεκαετίες, και δύο βασικές τεχνολογίες που έχουν διαδραματίσει σημαντικό ρόλο σε αυτή την εξέλιξη είναι η Προσθετική Κατασκευή (AM) και η Μορφοποίηση Πλαστικών με Έγχυση (Powder Injection Moulding). Αυτές οι τεχνολογίες αποτελούν θεμέλια των σύγχρονων διαδικασιών παραγωγής, προσφέροντας μοναδικά πλεονεκτήματα και δυνατότητες η καθεμία. Ενώ η προσθετική κατασκευή είναι γνωστή για την ικανότητά της να δημιουργεί πολύπλοκες γεωμετρίες, να μειώνει τα υλικά απόβλητα και να επιτρέπει την παραγωγή κατά απαίτηση, η μορφοποίηση πλαστικών με έγχυση είναι διάσημη για την παραγωγή μεγάλου όγκου και την αποδοτικότητα στη μαζική παραγωγή προϊόντων/ εξαρτημάτων. Αυτό το άρθρο αποσκοπεί να εξετάσει πώς οι δύο αυτές τεχνολογίες εξελίσσονται και πώς η ενσωμάτωσή τους μπορεί να προσφέρει νέες ευκαιρίες για τους κατασκευαστές σε διάφορους κλάδους.

Προσθετική Κατασκευή: Επισκόπηση

Η προσθετική κατασκευή είναι μια διαδικασία όπου το υλικό κατατίθεται στρώση - στρώση για να δημιουργη-

θεί το τελικό αντικείμενο. Σε αντίθεση με τις παραδοσιακές μεθόδους κατεργασίας, που συνεπάγονται την αφαίρεση υλικού από ένα μεγαλύτερο μπλοκ, η προσθετική κατασκευή δημιουργεί τα μέρη από την αρχή, χρησιμοποιώντας τα ψηφιακά σχέδια ως θεμέλιο. Η τεχνολογία αυτή αναφέρεται συχνά ως 3D εκτύπωση και μπορεί να χρησιμοποιεί μια ευρεία γκάμα υλικών, όπως πλαστικά, μέταλλα, κεραμικά και σύνθετα υλικά.

Ένα από τα κύρια πλεονεκτήματα της προσθετικής κατασκευής είναι η ικανότητά της να δημιουργεί πολύπλοκους και περίπλοκους σχεδιασμούς που είναι δύσκολο ή αδύνατο να επιτευχθούν με παραδοσιακές μεθόδους κατασκευής. Είναι ιδιαίτερα χρήσιμη για την παραγωγή πρωτοτύπων, καθώς επιτρέπει στους μηχανικούς να δημιουργούν και να δοκιμάζουν γρήγορα τα σχέδια πριν δεσμευτούν για παραγωγή σε μεγάλη κλίμακα. Επιπλέον, η προσθετική κατασκευή προσφέρει μεγάλο βαθμό εξατομίκευσης, καθιστώντας την ιδανική για





την παραγωγή εξαρτημάτων σε χαμηλούς όγκους ή με ιδιαίτερες απαιτήσεις.

Μορφοποίηση Πλαστικών με Έγχυση: Επισκόπηση

Η μορφοποίηση πλαστικών με έγχυση (PIM) είναι μια καθιερωμένη μέθοδος παραγωγής που χρησιμοποιείται για την παραγωγή πλαστικών εξαρτημάτων υψηλού όγκου. Η διαδικασία περιλαμβάνει την έγχυση λιωμένου πλαστικού σε ένα μεταλλικό καλούπι υπό υψηλή πίεση, όπου ψύχεται και στερεοποιείται στην επιθυμητή μορφή. Αφού το εξάρτημα ψυχθεί, απομακρύνεται από το καλούπι και μπορεί να υποβληθεί σε περαιτέρω επεξεργασία, όπως κόψιμο, βαφή ή συναρμολόγηση.

Η μορφοποίηση πλαστικών με έγχυση είναι γνωστή για την ικανότητά της να παράγει γρήγορα και αποδοτικά μεγάλες ποσότητες προϊόντων/ εξαρτημάτων, καθιστώντας την ιδανική για βιομηχανίες που απαιτούν μαζική παραγωγή, όπως η αυτοκινητοβιομηχανία, τα καταναλωτικά αγαθά και η βιομηχανία ηλεκτρονικών. Η διαδικασία είναι εξαιρετικά αυτοματοποιημένη, γεγονός που βοηθά στη μείωση των εργασιακών εξόδων και εξασφαλίζει συνεπή ποιότητα προϊόντων. Ωστόσο, ένα από τα μειονεκτήματα της μορφοποίησης πλαστικών με έγχυση είναι το υψηλό κόστος κατασκευής των καλουπιών, ειδικά όταν απαιτούνται πολύπλοκα ή προσαρμοσμένα σχέδια.

Ο συνδυασμός της Προσθετικής Κατασκευής και της Μορφοποίησης Πλαστικών με Έγχυση

Αν και η προσθετική κατασκευή και η μορφοποίηση πλαστικών με έγχυση θεωρούνται συχνά ξεχωριστές τεχνολογίες, υπάρχουν αρκετοί τομείς όπου μπορούν να συμπληρώσουν η μία την άλλη, προσφέροντας στους κατασκευαστές μια πιο ευέλικτη και αποδοτική προσέγγιση στην παραγωγή.

1. Γρήγορη Δημιουργία Πρωτοτύπων και Κατασκευή Καλουπιών

Ένας από τους πιο ισχυρούς τρόπους με τους οποίους η προσθετική κατασκευή και η μορφοποίηση πλαστικών με έγχυση μπορούν να συνεργαστούν είναι η γρήγορη δημιουργία πρωτοτύπων και κατασκευή καλουπιών. Η παραδοσιακή κατασκευή καλουπιών για μορφοποίηση πλαστικών με έγχυση μπορεί να είναι χρονοβόρα και δαπανηρή, ειδικά όταν τα καλούπια χρειάζονται προσαρμογές για συγκεκριμένα εξαρτήματα. Η προσθετική κατασκευή μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να δημιουργήσει πρωτότυπα ή και τμήματα καλουπιών πιο γρήγορα και οικονομικά από τις παραδοσι-

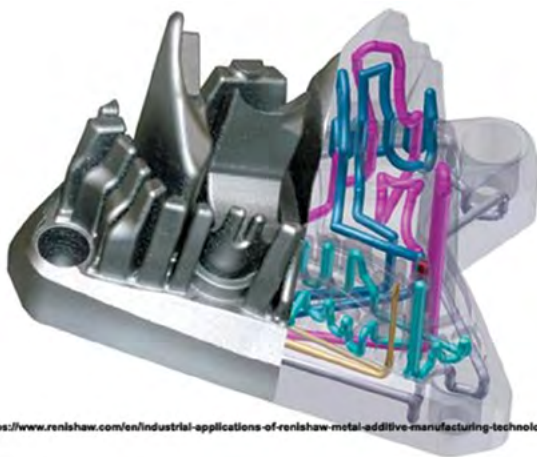
ακές μεθόδους.

Για παράδειγμα, οι εταιρείες μπορούν να χρησιμοποιούν 3D εκτύπωση για να δημιουργήσουν καλούπια ή ένθετα εξαρτήματα αυτών που χρησιμοποιούνται στη διαδικασία μορφοποίησης πλαστικών με έγχυση. Αυτό μπορεί να μειώσει σημαντικά το χρόνο και το κόστος που σχετίζονται με την παραδοσιακή κατασκευή καλουπιών, κάτι που είναι ιδιαίτερα χρήσιμο όταν αναπτύσσονται νέα προϊόντα ή δοκιμάζονται διαφορετικά σχέδια. Σε ορισμένες περιπτώσεις, η προσθετική κατασκευή μπορεί ακόμη και να χρησιμοποιηθεί για να δημιουργήσει ένθετα καλουπιών με εσωτερικά ψυκτικά κανάλια ή εσωτερικές γεωμετρίες που θα ήταν δύσκολο ή αδύνατο να επιτευχθούν με συμβατικές μεθόδους παραγωγής.

2. Παραγωγή Καλουπιών και ενθέτων

Η προσθετική κατασκευή χρησιμοποιείται επίσης ολοένα και περισσότερο για την παραγωγή καλουπιών και ενθέτων για τη μορφοποίηση πλαστικών με έγχυση. Οι παραδοσιακές μέθοδοι κατασκευής καλουπιών απαιτούν μηχανική επεξεργασία μεταλλικών εξαρτημάτων, κάτι που μπορεί να είναι χρονοβόρο και δαπανηρό. Αντιθέτως, η 3D εκτύπωση επιτρέπει στους κατασκευαστές να δημιουργούν ένθετα καλουπιών και θερμοκανάλια με πολύπλοκες γεωμετρίες σε πολύ λιγότερο χρόνο και με μικρότερο κόστος. Αυτό είναι ιδιαίτερα χρήσιμο για την παραγωγή εξαρτημάτων με περίπλοκα σχέδια που θα ήταν δύσκολο ή ακριβό να κατασκευαστούν με μηχανική επεξεργασία.

Με τη χρήση της προσθετικής κατασκευής για την παραγωγή ενθέτων για καλούπια έγχυσης, οι κατασκευ-



Πηγή: <https://www.renishaw.com/en/industrial-applications-of-renishaw-metal-additive-manufacturing-technology--15256>



Πηγή: Zare

αστές μπορούν να επωφεληθούν από μειωμένο χρόνο παράδοσης, χαμηλότερο κόστος και αυξημένη ευελιξία στο σχεδιασμό των εξαρτημάτων. Επιπλέον, τα 3D εκτυπωμένα ένθετα μπορούν να κατασκευαστούν με εξειδικευμένα υλικά, όπως ανθεκτικά στην θερμότητα ειδικά κεραμικά υλικά ή μέταλλα, τα οποία μπορούν να βελτιώσουν την απόδοση των καλουπιών και να παρατείνουν τη διάρκεια ζωής τους.

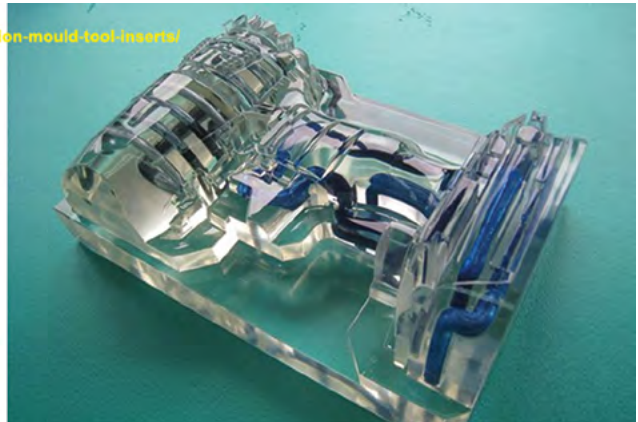
3. Παραγωγή Χαμηλού Όγκου και Εξατομίκευση

Ενώ η μορφοποίηση πλαστικών με έγχυση συνήθως συνδέεται με τη μαζική παραγωγή, η προσθετική κατασκευή προσφέρει πλεονεκτήματα στην παραγωγή χαμηλού όγκου και στην εξατομίκευση. Σε ορισμένες περιπτώσεις, μπορεί να είναι πιο οικονομικό να παραχθούν μικρές παρτίδες προσαρμοσμένων ή εξειδικευμένων εξαρτημάτων με προσθετική κατασκευή, παρά να γίνει επένδυση σε εγκατάσταση έγχυσης για μαζική παραγωγή. Για παράδειγμα, οι κατασκευαστές μπορούν να χρησιμοποιούν 3D εκτύπωση για να δημιουργήσουν μικρές ποσότητες εξατομικευμένων εξαρτημάτων ή ανταλλακτικών, όπως προϊόντα περιορισμένης έκδοσης, ανταλλακτικά ή εξειδικευμένα εργαλεία.

Επιπλέον, η προσθετική κατασκευή επι-



<https://ogm.uk.com/conformal-cooled-injection-mould-tool-inserial/>

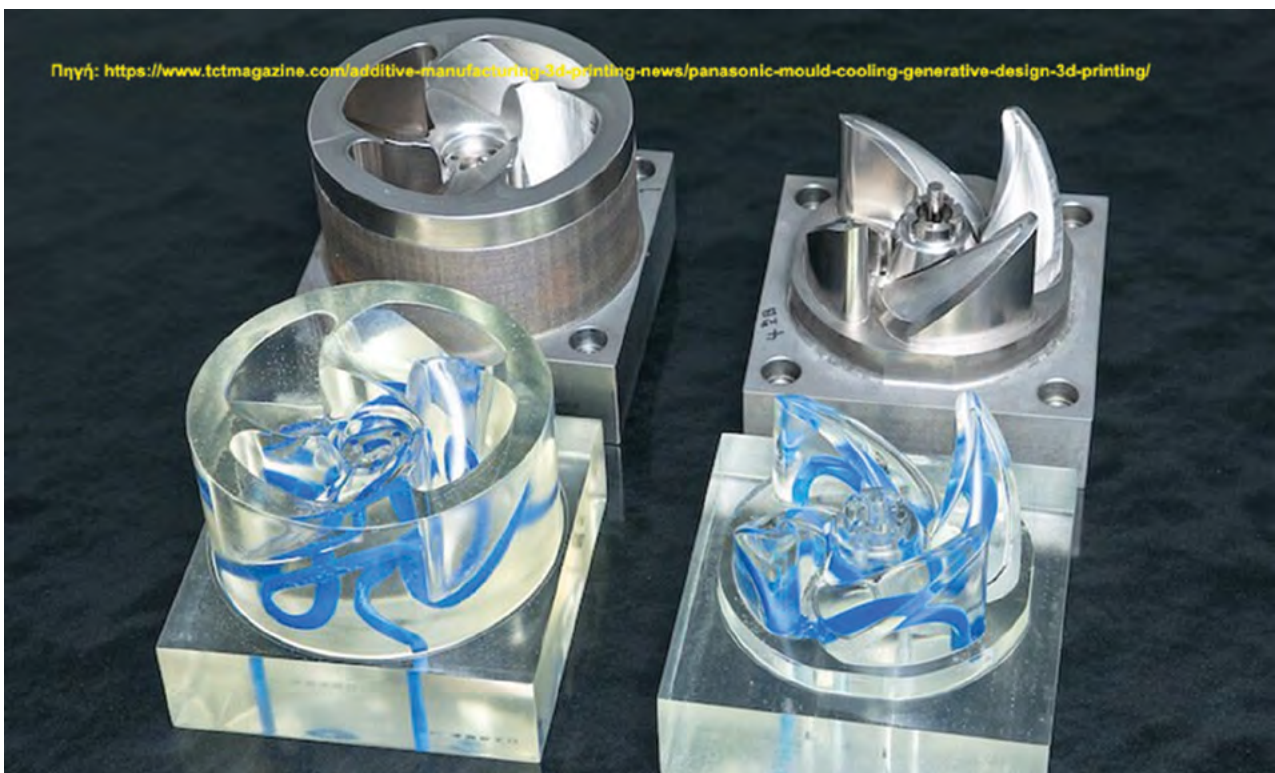


τρέπει υψηλά επίπεδα εξατομίκευσης, κάνοντάς την ιδανική για την παραγωγή εξαρτημάτων που απαιτούν μοναδικά χαρακτηριστικά ή σχέδια. Αυτό είναι ιδιαίτερα χρήσιμο για βιομηχανίες όπως η υγειονομική περίθαλψη, η αυτοκινητοβιομηχανία και η αεροδιαστημική, όπου συχνά απαιτούνται εξατομικευμένα ή ειδικά εξαρτήματα. Οι κατασκευαστές μπορούν να χρησιμοποιούν την προσθετική κατασκευή για να παράγουν μονάδες ή μικρές παρτίδες εξαρτημάτων που προσαρμόζονται σε συγκεκριμένες ανάγκες πελατών και στη συνέχεια να στραφούν στην μορφοποίηση πλαστικών με έγχυση για μεγαλύτερες

παρτίδες μόλις ο σχεδιασμός ολοκληρωθεί.

4. Βελτιωμένες Δυνατότητες Σχεδίασης και Πολύπλοκες Γεωμετρίες

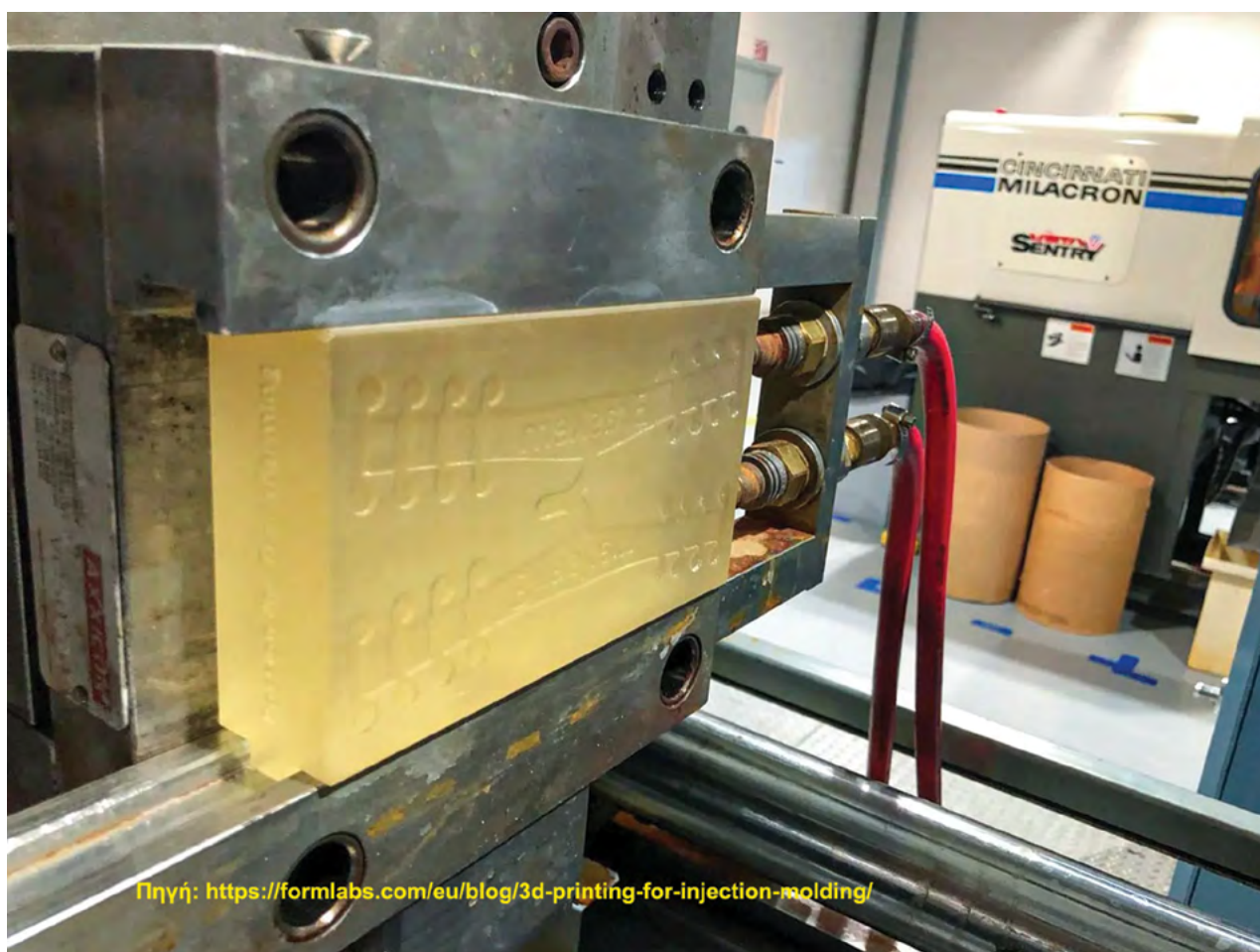
Η προσθετική κατασκευή επιτρέπει την παραγωγή εξαρτημάτων με περίπλοκες και πολύπλοκες γεωμετρίες που θα ήταν δύσκολες ή αδύνατες να παραχθούν μόνο με την τεχνολογία της μορφοποίησης πλαστικών με έγχυση. Ενώ η μορφοποίηση πλαστικών με έγχυση είναι εξαιρετική για την παραγωγή εξαρτημάτων με απλά σχήματα, μπορεί



Πηγή: <https://www.tctmagazine.com/additive-manufacturing-3d-printing-news/panasonic-mould-cooling-generative-design-3d-printing/>

να αντιμετωπίσει δυσκολίες με πιο πολύπλοκους σχεδιασμούς που απαιτούν αναδιπλώσεις, πολύ λεπτά τοιχώματα ή περίπλοκες εσωτερικές δυνατότητες. Η προσθετική κατασκευή μπορεί να καλύψει αυτό το κενό, δημιουργώντας εξαρτήματα με γεωμετρίες που είναι δύσκολες να παραχθούν με συμβατικές μεθόδους.

Για παράδειγμα, οι κατασκευαστές μπορούν να χρησιμοποιούν την προσθετική κατασκευή για να δημιουργήσουν εξαρτήματα με εσωτερικές δομές δικτύου, ψυκτικά κανάλια ή κενές εσωτερικές περιοχές (δοχεία), οι οποίες αλλιώς θα απαιτούσαν επιπλέον εργαλεία ή συναρμολόγηση. Αυτοί οι περίπλοκοι σχεδιασμοί μπορούν να βοηθήσουν στη μείωση του βάρους του εξαρτήματος, στην αύξηση της απόδοσης και ακόμα και στη βελτίωση της αισθητικής του εμφάνισης. Σε ορισμένες περιπτώσεις, οι κατασκευαστές ενδέχεται να χρησιμοποιούν τόσο την προσθετική κατασκευή όσο και τη μορφοποίηση πλαστικών με έγχυση για να δημιουργήσουν ένα εξάρτημα με περίπλοκες γεωμετρίες, όπου η τεχνολογία AM χρησιμοποιείται για την παραγωγή των περίπλοκων χαρακτηριστικών και η μορφοποίηση με έγχυση για το υπόλοιπο του εξαρτήματος.



5. Παραγωγή Εξειδικευμένων Υλικών

Και οι δύο τεχνολογίες προσφέρουν την δυνατότητα να δουλέψουν με εξειδικευμένα υλικά, αλλά υπάρχουν ορισμένες διαφορές στον τύπο των υλικών που μπορεί να χειριστεί κάθε τεχνολογία. Η προσθετική κατασκευή μπορεί να δουλέψει με ένα ευρύ φάσμα υλικών, περιλαμβανομένων πλαστικών, μετάλλων, κεραμικών και ακόμα και βιοσυμβατών υλικών. Αυτή η ευχέρεια επιτρέπει στους κατασκευαστές να πειραματιστούν με διαφορετικές ιδιότητες υλικών, όπως η αντοχή, η ευκαμψία ή η θερμική αντίσταση, προκειμένου να δημιουργήσουν εξαρτήματα που πληρούν συγκεκριμένες απαιτήσεις απόδοσης.

Η μορφοποίηση πλαστικών με έγχυση, από την άλλη πλευρά, συνήθως περιορίζεται σε στενότερη γκάμα υλικών, κυρίως θερμοπλαστικών. Ωστόσο, με τις τελευταίες εξελίξεις στα υλικά για μορφοποίηση πλαστικών με έγχυση, οι κατασκευαστές μπορούν όλο και περισσότερο να δουλέψουν με μια ευρύτερη ποικιλία ρητινών, περιλαμβανομένων εξειδικευμένων υλικών για συγκεκριμένες εφαρμογές. Συνδυάζοντας την ευχέρεια της προσθετικής κατασκευής με τις επιλογές υλικών της μορφοποίησης με έγχυση, οι κατασκευαστές μπορούν να δημιουργούν εξαρτήματα που συνδυάζουν τα καλύτερα από τους δύο κόσμους: εξατομικευμένα σχέδια και υλικά υψηλής απόδοσης.

Προκλήσεις και Περιορισμοί

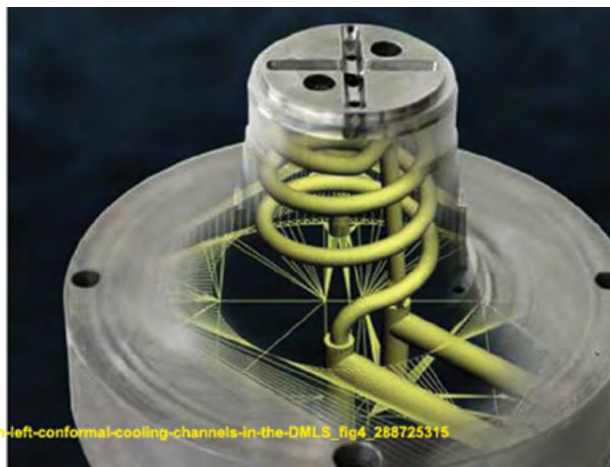
Παρά τα πολλά πλεονεκτήματα της ενσωμάτωσης της παραγωγής πρόσθετων με την πλαστική χύτευση με έγχυση, υπάρχουν ορισμένες προκλήσεις και περιορισμοί που πρέπει να λάβουν υπόψη οι κατασκευαστές:

1. Συμβατότητα υλικού

Ενώ και οι δύο τεχνολογίες μπορούν να λειτουργήσουν με μια σειρά υλικών, τα υλικά που χρησιμοποιούνται στην κατασκευή προσθέτων δεν είναι πάντα συμβατά με αυτά που χρησιμοποιούνται στη χύτευση με έγχυση. Για παράδειγμα, τα εξαρτήματα που εκτυπώνονται με 3D μπορεί να έχουν διαφορετικές ιδιότητες υλικού από τα εξαρτήματα που έχουν κατασκευαστεί με έγχυση, όπως φινίρισμα επιφάνειας, αντοχή ή ευελιξία. Αυτό μπορεί να δημιουργήσει προκλήσεις όταν προσπαθείτε να συνδυάσετε τις δύο τεχνολογίες σε ένα μόνο εξάρτημα ή προϊόν.

2. Θεωρήσεις κόστους

Ενώ η κατασκευή προσθέτων μπορεί να μειώσει το κόστος παραγωγής πρωτοτύπων και μικρών παρτίδων ανταλλακτικών, μπορεί να μην είναι πάντα οικονομικά αποδοτική για παραγωγή μεγάλης κλίμακας. Η χύτευση με έγχυση πλαστικού, από την άλλη πλευρά, είναι εξαιρετικά αποδοτική για μαζική παραγωγή, αλλά απαιτεί σημαντική αρχική επένδυση σε καλούπια και εργαλεία. Οι κατασκευαστές πρέπει να αξιολογούν προσεκτικά τη σχέση κόστους-αποτελεσματικότητας της χρήσης και των δύο τεχνολογιών σε συνδυασμό, λαμβάνοντας υπόψη παράγοντες όπως ο όγκος παραγωγής, οι χρόνοι παράδοσης και το κόστος υλικών.



Πηγή: https://www.researchgate.net/figure/A-DML-S-mold-with-integrated-cooling-system-left-conformal-cooling-channels-in-the-DML-S_fig4_288725315

3. Μετεπεξεργασία και φινιρίσμα

Τα εξαρτήματα που παράγονται με την κατασκευή πρόσθετων ενδέχεται να απαιτούν πρόσθετα βήματα μετεπεξεργασίας ή φινιρίσματος για να πληρούν τις επιθυμητές προδιαγραφές. Για παράδειγμα, τα εξαρτήματα που εκτυπώνονται με 3D μπορεί να έχουν τραχύ φινιρίσμα επιφάνειας που απαιτεί τρίψιμο, γυάλισμα ή επίστρωση. Ομοίως, τα μέρη που παράγονται με χύτευση πλαστικού με έγχυση μπορεί να απαιτούν κοπή, βαφή ή συναρμολόγηση. Αυτά τα βήματα μεταεπεξεργασίας μπορούν να προσθέσουν χρόνο και κόστος στη συνολική διαδικασία παραγωγής, το οποίο πρέπει να λαμβάνεται υπόψη κατά



την αξιολόγηση της χρήσης και των δύο τεχνολογιών.

Συμπεράσματα

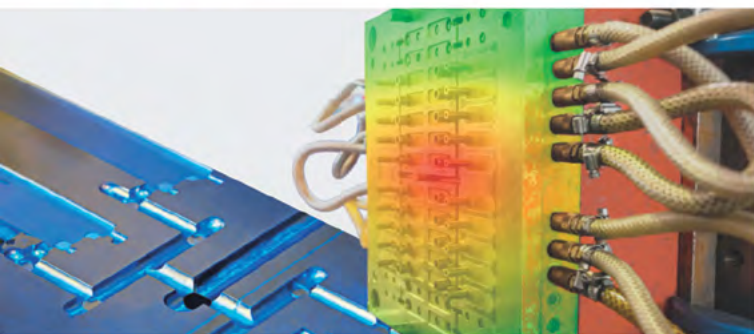
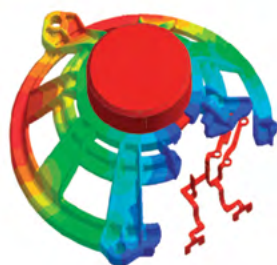
Η ενσωμάτωση της προσθετικής κατασκευής και της μορφοποίησης πλαστικών με έγχυση προσφέρει σημαντικές ευκαιρίες για τους κατασκευαστές σε διάφορους κλάδους. Ενώ κάθε τεχνολογία έχει τα δικά της πλεονεκτήματα και περιορισμούς, οι συμπληρωματικές τους δυνατότητες μπορούν να οδηγήσουν σε πιο ευέλικτες, αποδοτικές και αποτελεσματικές διαδικασίες παραγωγής. Η ικανότητα της προσθετικής κατασκευής να δημιουργεί πολύπλοκες γεωμετρίες και πρωτότυπα γρήγορα, σε συνδυασμό με την αποδοτικότητα της μορφοποίησης πλαστικών με έγχυση για τη μαζική παραγωγή, επιτρέπει στους κατασκευαστές να παράγουν εξαρτήματα υψηλής ποιότητας με μειωμένο χρόνο παράδοσης και χαμηλότερο κόστος. Με την αξιοποίηση και των δύο τεχνολογιών, οι κατασκευαστές μπορούν να παραμείνουν ανταγωνιστικοί σε μια ολοένα και πιο απαιτητική και γρήγορη αγορά.

Πηγή Φωτογραφιών:

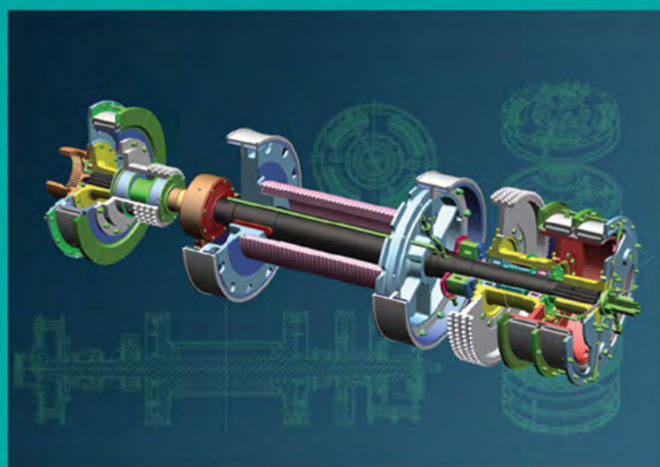
- ➔ <https://www.eplus3d.com/hybrid-additive-manufacturing-solution-to-mold-application.html>
- ➔ <https://ogm.uk.com/hybrid-additive-manufacturing-can-speed-up-mould-making/Zare>
- ➔ <https://www.renishaw.com/en/industrial-applications-of-renishaw-metal-additive-manufacturing-technology--15256>
- ➔ <https://ogm.uk.com/conformal-cooled-injection-mould-tool-inserts/>
- ➔ <https://www.tctmagazine.com/additive-manufacturing-3d-printing-news/panasonic-mould-cooling-generative-design-3d-printing/>
- ➔ <https://additive-mfg.me.wisc.edu/?p=1628>
- ➔ <https://formlabs.com/eu/blog/3d-printing-for-injection-molding/>
- ➔ https://www.researchgate.net/figure/A-DMLS-mold-with-integrated-cooling-system-left-conformal-cooling-channels-in-the-DMLS_fig4_288725315
- ➔ <https://www.apex.tech/sector/tooling/>



Moldex3D
MOLDING INNOVATION



ΛΥΣΕΙΣ ΚΟΡΥΦΗΣ



EXPERTCAM

Βιομηχανικός Σχεδιασμός

Δημιουργία κώδικα CNC μηχανών

Ολοκληρωμένες εφαρμογές
CAD/CAM/CAE

Ταχεία πρωτοτυποποίηση

Product Lifecycle Management

Στόχος και δέσμευσή μας η βελτιστοποίηση της παραγωγής σας

Πιπτακού 12α, 142 31 Ν.Ιωνία - τηλ./fax. 210 2757410 - 210 2757071
www.expertcam.gr - Email: info@expertcam.gr

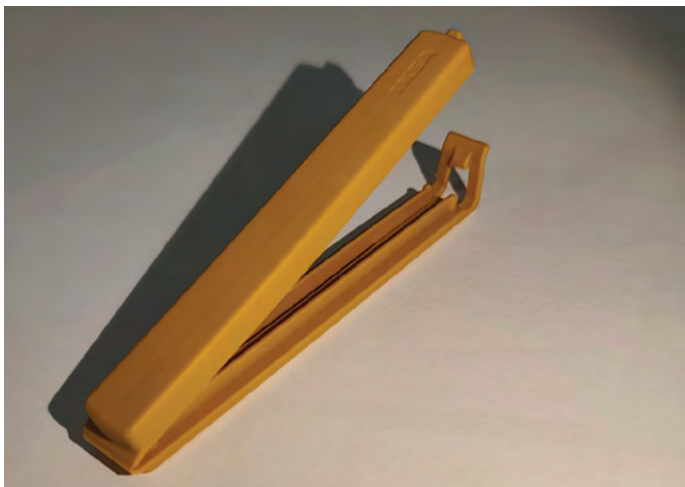
Πρωτότυπο ≠ Προϊόν

Τι αλλάζει όταν το σχέδιο περνάει από τον 3D εκτυπωτή στο καλούπι

Η πρωτοτυποποίηση δεν είναι καινούργια υπόθεση. Πριν από τους 3D εκτυπωτές, ένα πρωτότυπο σήμαινε ξύλινο μοντέλο, γύψινο εκμαγείο, χειροποίητο δείγμα από τεχνίτη με δεξιότητες που σήμερα σπανίζει, ή ένα κομμάτι δουλεμένο στη φρέζα από συμπαγές υλικό. Κόστιζε ακριβά, ήθελε εβδομάδες, και ακριβώς γι' αυτό όλοι γνώριζαν πολύ καθαρά ότι κρατούσαν στα χέρια τους ένα πρωτότυπο.

Τα τελευταία χρόνια η 3D εκτύπωση άλλαξε αυτή την εικόνα. Σε παλαιότερο άρθρο μου είχα υποστηρίξει ότι είναι η πιο προσιτή διαδικασία πρωτοτυποποίησης που διαθέτουμε, και εξακολουθώ να το πιστεύω. Όμως αυτή η ευκολία γέννησε και μία παρεξήγηση, την οποία συναντώ σχεδόν σε κάθε έργο: ο πελάτης κρατάει στο χέρι του ένα εξάρτημα που μοιάζει με το τελικό προϊόν, το δοκιμάζει, το εγκρίνει και λέει τη γνωστή φράση «ωραία, φτιάξε το καλούπι».

Και εκεί αρχίζουν τα προβλήματα που θα κληθεί να λύσει ο κατασκευαστής του καλουπιού. Συνήθως χωρίς να τον έχει ρωτήσει κανείς νωρίτερα.



Ένα διαδεδομένο καταναλωτικό προϊόν του IKEA που συνδυάζει αυτογενή μεντεσέ (living hinge) & γάντζο (snap fit)

Γιατί λοιπόν ένα δείγμα που δουλεύει, που εγκρίθηκε και που το κρατάμε στα χέρια μας, δεν σημαίνει ότι το σχέδιο είναι έτοιμο για παραγωγή; Η απάντηση είναι ότι οι δύο διαδικασίες δεν έχουν σχεδόν τίποτα κοινό μεταξύ τους, πέρα από το ότι καταλήγουν σε ένα πλαστικό αντικείμενο. Ας δούμε αναλυτικά τι αλλάζει.

1. Το υλικό δεν είναι το ίδιο υλικό

Ένα τυπωμένο δείγμα σε PLA ή PETG δεν μας λέει σχεδόν τίποτα για το πώς θα συμπεριφερθεί το ίδιο εξάρτημα σε πολυπροπυλένιο (PP), σε ABS ή σε πολυαμίδιο (PA). Το PLA είναι δύσκαμπτο και ψαθυρό, το PP είναι μαλακό, εύκαμπτο και παρουσιάζει ερπυσμό. Πρόκειται για δύο τελείως διαφορετικούς κόσμους.

Το κλασικό παράδειγμα είναι το κούμπωμα (snap-fit). Ένας γάντζος που «πιάνει» τέλεια στο τυπωμένο δείγμα μπορεί να σπάσει στην πρώτη δοκιμή ή, αντίστροφα, να μη συγκρατεί καθόλου όταν χυτευθεί σε PP. Το ίδιο ισχύει και για τον εύκαμπτο μεντεσέ (living hinge): σε FDM είναι πρακτικά αδύνατος, ενώ σε χυτευμένο PP αντέχει εκατομμύρια κύκλους. Χάνουμε δηλαδή και δυνατότητες, όχι μόνο ακρίβεια.

Ακόμα κρισιμότερα είναι όσα δεν φαίνονται καθόλου στο πρωτότυπο: η αντοχή σε θερμοκρασία, η αντοχή στην υπεριώδη ακτινοβολία, η χημική συμβατότητα και η γήρανση του υλικού. Ένα δείγμα PLA που ξεχάστηκε μέσα σε καλοκαιρινό αυτοκίνητο θα σας τα πει όλα αυτά με τον χειρότερο τρόπο.

2. Οι ίνες κοιτάνε αλλού

Στην 3D εκτύπωση FDM το εξάρτημα είναι ανισότροπο εκ κατασκευής: αντέχει σημαντικά περισσότερο κατά μήκος των στρώσεων παρά κάθετα σε αυτές. Γι' αυτό, άλλωστε, ο προσανατολισμός του κομματιού στο τραπέζι είναι καθαρά σχεδιαστική απόφαση.

Στη χύτευση με έγχυση η ανισοτροπία υπάρχει και αυτή, αλλά την ορίζει η ροή του υλικού μέσα στην κοιλότητα και όχι εμείς. Τα μόρια, και ακόμα περισσότερο οι ίνες γυαλιού στα ενισχυμένα υλικά, προσανατολίζονται κατά τη διεύθυνση της ροής. Έτσι, η αδύναμη κατεύθυνση του χυτευμένου εξαρτήματος βρίσκεται συνήθως εντελώς αλλού από την αδύναμη κατεύθυνση του τυπωμένου.

Υπάρχει επιπλέον ένα φαινόμενο που δεν εμφανίζεται καθόλου στην εκτύπωση: οι ίνες συνένωσης (weld lines). Όπου η ροή χωρίζεται, γύρω από μια οπή, ένα κολωνάκι (Boss) ή μια νεύρωση, και στη συνέχεια ξανασυναντιέται, δημιουργείται μια περιοχή με αισθητά μειωμένη αντοχή. Στο πρωτότυπο δεν υπάρχει. Στην παραγωγή το εξάρτημα θα σπάσει ακριβώς εκεί.

3. Το πάχος τοιχώματος αλλάζει ρόλο

Στην 3D εκτύπωση το χοντρό τοίχωμα κοστίζει χρόνο, όχι ποιότητα, και το λύνουμε με το «infill» καθώς έχουμε τη δυνατότητα ορισμού πλήρωσης μέσα από το Slicer (π.χ. 40% infill που σημαίνει ότι εσωτερικά το τοίχωμα

είναι «κούφιο» κατά 60%). Επιπλέον, μερικές φορές ορίζουμε μεγαλύτερο πάχος τοιχώματος καθώς η αντοχή ενός (ανά περίπτωση βέβαια) τοιχώματος είναι μικρότερη σε σχέση με αυτή του εγχυμένου από καλούπι υλικού.

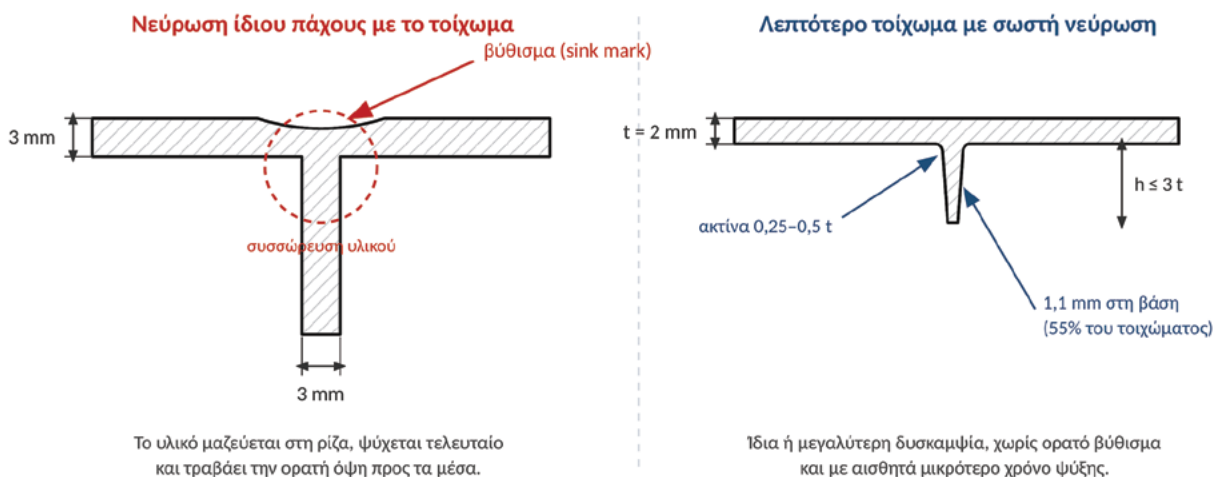
Αντιθέτως, στην έγχυση το χοντρό τοίχωμα είναι εχθρός. Δημιουργεί βυθίσματα (sink marks) στην απέναντι πλευρά του τοιχώματος, εσωτερικά κενά, παραμορφώσεις και, το σημαντικότερο για την παραγωγή, μεγάλο χρόνο ψύξης. Ο χρόνος ψύξης είναι κατά προσέγγιση ανάλογος του τετραγώνου του πάχους: διπλασιάζοντας το τοίχωμα, τετραπλασιάζουμε τον χρόνο κύκλου πλήρωσης του καλουπιού. Αυτό δεν είναι σχεδιαστική λεπτομέρεια, είναι το κόστος ανά τεμάχιο για όλη τη ζωή του προϊόντος.

Οι πρακτικοί κανόνες είναι λίγοι και σταθεροί:

➔ Ομοιόμορφο πάχος τοιχώματος, τυπικά από 1 έως 3 mm ανάλογα με το υλικό και το μέγεθος του τεμαχίου.

➔ Όπου η αλλαγή πάχους είναι αναπόφευκτη, γίνεται σταδιακά και ποτέ απότομα.

Πάχος τοιχώματος, νεύρωσεις και βυθίσματα



Ο χρόνος ψύξης είναι κατά προσέγγιση ανάλογος του τετραγώνου του πάχους του τοιχώματος.

- ➔ Νεύρωση με πάχος έως 50-60% του τοιχώματος στη βάση της, αλλιώς αφήνει σημάδι στην ορατή όψη.
- ➔ Ύψος νεύρωσης έως περίπου το τριπλάσιο του τοιχώματος, πάντα με γωνία εξόλκευσης (ή αποκόλλησης).
- ➔ Αντί για χοντρό τοίχωμα, λεπτό τοίχωμα με νευρώσεις. Είχα γράψει και για την 3D εκτύπωση ότι τα νεύρα είναι φίλοι μας. Στην έγχυση δεν είναι απλώς φίλοι, είναι υποχρεωτικοί.

4. Οι γωνίες εξόλκευσης (ή αποκόλλησης), η μεγάλη απουσία

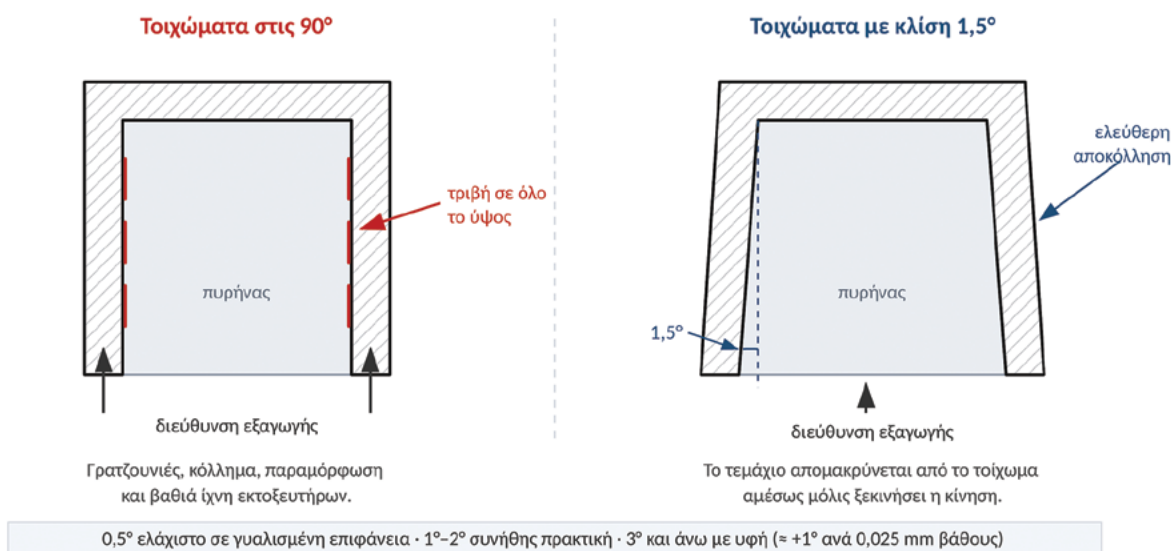
Αυτό είναι το πιο συχνό εύρημα όταν φτάνει στα χέρια μου ένα σχέδιο «εγκεκριμένο μέσω 3D printing». Στην εκτύπωση δεν υπάρχει καλούπι που ανοίγει, άρα δεν υπάρχει καν η έννοια της γωνίας εξόλκευσης (ή αποκόλλησης). Έτσι, τα κατακόρυφα τοιχώματα σχεδιάζονται στις 90 μοίρες, όπως είναι απολύτως φυσικό να συμβεί. Στην έγχυση, χωρίς κλίση το τεμάχιο γρατζουνάει, κολλάει, παραμορφώνεται κατά την εξαγωγή ή απαιτεί με-

γαλύτερη δύναμη από τους εκτοξευτήρες, οι οποίοι με τη σειρά τους αφήνουν τα δικά τους σημάδια. Ενδεικτικά:

- ➔ 0,5° ανά πλευρά είναι το απόλυτο ελάχιστο, και μόνο σε γυαλισμένη επιφάνεια.
- ➔ 1° έως 2° είναι η συνήθης πρακτική.
- ➔ 3° και πάνω όταν υπάρχει υφή, με τον εμπειρικό κανόνα ότι κάθε 0,025 mm βάθους υφής απαιτεί περίπου μία επιπλέον μοίρα.
- ➔ Οι εσωτερικές επιφάνειες συνήθως θέλουν μεγαλύτερη κλίση από τις εξωτερικές, γιατί το υλικό συρρικνώνεται πάνω στον πυρήνα και τον «σφίγγει».

Προσοχή: η προσθήκη γωνιών εξόλκευσης (ή αποκόλλησης) δεν είναι κοσμητική αλλαγή. Αλλάζει τη γεωμετρία, άρα και τις συναρμογές, άρα και το ίδιο το δείγμα που εγκρίθηκε.

Γωνία αποκόλλησης και εξαγωγή του τεμαχίου



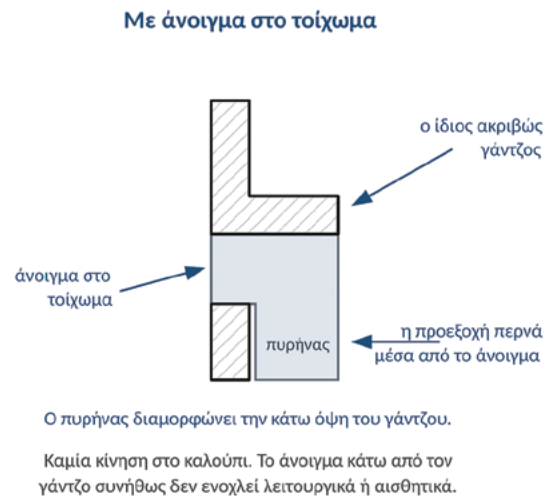
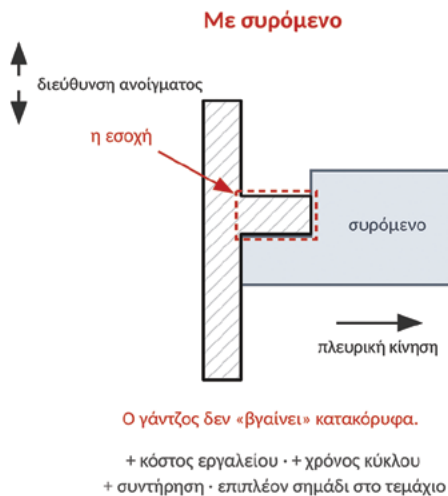
5. Γραμμή διαχωρισμού και εσοχές

Στην εκτύπωση, οποιαδήποτε εσοχή λύνεται με υποστηρικτικό υλικό. Δεν σκεφτόμαστε καν αν το σχήμα «βγαίνει».

Στο καλούπι, κάθε εσοχή (undercut) σημαίνει συρόμενο μέρος (κινητό μέρος ή κοινώς «συρτάρι»). Συνεπώς, περισσότερα κινούμενα μέρη, μεγαλύτερο κόστος καλουπιού, μεγαλύτερος χρόνος κύκλου πλήρωσης και βέβαια περισσότερη συντήρηση. Τέλος και σημαντικότερο, αφήνει ένα ακόμα σημάδι πάνω στο τεμάχιο που σε περιπτώσεις προϊόντων υψηλής αισθητικής αυτό μπορεί να είναι καταστροφικό.

Πολύ συχνά μια εσοχή «εξαφανίζεται» με μια απλή σχεδιαστική αλλαγή που ο τελικός χρήστης δεν πρόκειται καν να προσέξει, όπως π.χ. η μετατόπιση της γραμμής διαχωρισμού, ένα άνοιγμα στον πυθμένα ώστε ο πυρήνας («καρδιά») του καλουπιού να «περνάει» και να διαμορφώνει τη σωστή γεωμετρία αυτό από την άλλη πλευρά, ή ακόμα και μία απλή αναδιάταξη ενός γάντζου είναι αρκετή μερικές φορές. Το παράδειγμα αυτό φαίνεται στο σχήμα με την εσοχή. Αυτή η συζήτηση όμως πρέπει να γίνει πριν ξεκινήσει η κατασκευή. Για τον λόγο αυτό, όλα γίνονται πολύ πιο εύκολα όταν ο σχεδιαστής και ο κατασκευαστής του καλουπιού επικοινωνούν απευθείας μεταξύ τους.

Εσοχή (undercut): συρόμενο ή επανασχεδιασμός;



Αναφέρω επίσης ότι η γραμμή διαχωρισμού θα φανεί. Στο τυπωμένο δείγμα δεν υπάρχει. Είναι προτιμότερο να την επιλέξουμε εμείς, σε μια ακμή ή σε μια αλλαγή επιπέδου, παρά να την ανακαλύψουμε στο πρώτο δείγμα παραγωγής, όπως στη φωτογραφία με το πράσινο βιδωτό καπάκι.

6. Συρρίκνωση και ανοχές

Στο FDM, όπως έχω ξαναγράψει, οι οπές βγαίνουν λίγα δέκατα μικρότερες από τις ονομαστικές τους διαστάσεις και τις διορθώνουμε συχνά με ένα δράπανο. Είναι μια πρόχειρη λύση, την οποία επιτρέπει η ίδια η φύση του πρωτοτύπου.

Στην έγχυση η συρρίκνωση είναι ιδιότητα του υλικού και υπολογίζεται εξαρχής στις διαστάσεις της κοιλότητας. Ενδεικτικά, τα άμορφα υλικά όπως το ABS και το PC κινούνται περίπου στο 0,4-0,8%, ενώ τα ημικρυσταλλικά όπως το PP και το POM φτάνουν το 1,5-2,5%. Στα ενισχυμένα με γυαλί η συρρίκνωση είναι επιπλέον ανισότροπη, δηλαδή διαφορετική κατά μήκος και κάθετα στη ροή.



Προϊόν από δοκιμαστικό καλούπι με σκοπίμως έντονη γραμμή ένωσης

Πρακτικά αυτό σημαίνει δύο πράγματα. Πρώτον, ότι το υλικό πρέπει να έχει οριστεί πριν σχεδιαστεί το καλούπι και όχι μετά, καθώς μια αλλαγή από ABS σε PP μπορεί να σημαίνει καινούργιο καλούπι. Δεύτερον, ότι δεν έχει κανένα νόημα να ζητάμε παντού σφικτές ανοχές. Δίνουμε στενή ανοχή μόνο εκεί που υπάρχει πραγματική λειτουργική ανάγκη, και μάλιστα το δηλώνουμε ρητά στο σχέδιο, ώστε ο κατασκευαστής να ξέρει πού ακριβώς να επενδύσει την προσοχή του.

7. Επιφάνεια, υφή και το «ψέμα» του ματ δείγματος

Ένα τυπωμένο δείγμα έχει ορατές γραμμές στρώσης και ματ όψη. Είναι, αν το σκεφτεί κανείς, η πιο συγχωρητική επιφάνεια που υπάρχει, κοινώς «τα κρύβει όλα».

Το χυτευμένο εξάρτημα θα έχει την επιφάνεια που θα του δώσουμε, από γυαλισμένο φινίρισμα κατά SPI μέχρι χημικά χαραγμένη υφή. Και μια γυαλιστερή επιφάνεια αποκαλύπτει κάθε σημάδι πάνω από νεύρο ή κολωνάκι (Boss), κάθε γραμμή ροής, κάθε ατέλεια. Πολλά «ξαφνικά» γίνονται τα προβλήματα αισθητικής εμφάνισης στην πρώτη δοκιμή του καλουπιού. Όμως στην ουσία, δεν είναι προβλήματα του καλουπιού. Είναι προβλήματα σχεδιαστικά που δεν δόθηκε βάση κατά τη μετάβαση από το 3D Printing στο καλούπι.

Το ίδιο ισχύει και για το χρώμα. Το τυπωμένο δείγμα έχει το χρώμα του νήματος. Το τελικό προϊόν θα πάρει

χρώμα από «master-batch», με διαφορετική απόχρωση, διαφορετική «καλυπτικότητα» και ενδεχομένως επίδραση στη ρευστότητα του υλικού.

8. Τα σημάδια που δεν υπάρχουν στο πρωτότυπο

Τέλος, το χυτευμένο εξάρτημα φέρει πάντα κάποια «στίγματα» που το τυπωμένο δεν έχει: το σημείο έγχυσης (gate), τα ίχνη των πείρων εξόλκευσης, τη γραμμή διαχωρισμού και ενδεχομένως σημεία εξαέρωσης. Όλα αυτά έχουν θέση, και η θέση τους είναι σχεδιαστική απόφαση, όχι τυχαίο γεγονός. Ή τουλάχιστον, έτσι πρέπει να είναι θεωρητικά.

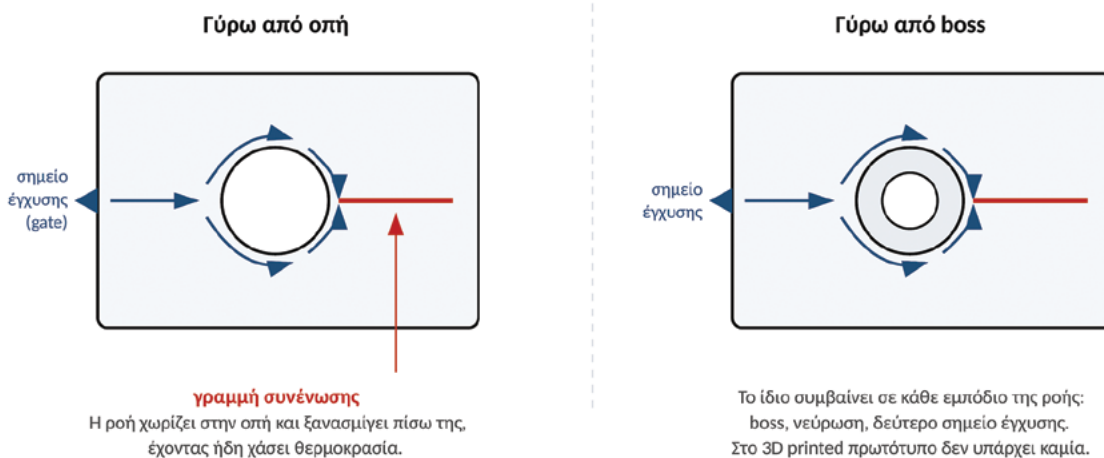
Αν το προϊόν έχει μια όψη που ο χρήστης βλέπει και αγγίζει, καλό είναι να την ορίσουμε από την αρχή ως «όψη Α» και να συμφωνήσουμε ότι εκεί δεν τοποθετείται τίποτα από τα παραπάνω. Μια γραμμή στο σχέδιο και μια πρόταση στην προδιαγραφή γλιτώνουν μπόλικη «δυσάρεστη» συζήτηση αργότερα.

Ένα παράδειγμα από την πράξη

Σε ένα έργο περιβλήματος ηλεκτρονι-

Γραμμές συνένωσης (weld lines): πού χωρίζει και πού ξανασμίγει η ροή

Κάτοψη τεμαχίου



Η θέση του σημείου έγχυσης καθορίζει πού θα πέσει η γραμμή συνένωσης. Επιλέγεται, δεν προκύπτει τυχαία.

κής συσκευής, το εγκεκριμένο τυπωμένο δείγμα είχε ομοιόμορφο τοίχωμα 3 mm, κατακόρυφα τοιχώματα χωρίς καμία κλίση, τέσσερις εσωτερικούς γάντζους για το κούμπωμα του καπακιού και τέσσερα κολωνάκια (Boss) βιδών με πάχος ίσο με αυτό του τοιχώματος. Στο χέρι λειτουργούσε άψογα και ο πελάτης το ενέκρινε χωρίς δεύτερη σκέψη.

Κατά την προετοιμασία για το καλούπι έγιναν οι εξής αλλαγές: το τοίχωμα μειώθηκε στα 2 mm και προστέθηκαν νευρώσεις πάχους 1,1 mm εκεί ακριβώς που χρειαζόταν δυσκαμψία• μπήκε κλίση 1,5° σε όλα τα κατακόρυφα τοιχώματα. τα κολωνάκια (Boss) λεπτύναν και ενισχύθηκαν με τρία μικρά νεύρα περιμετρικά στο καθένα, ώστε να μη δημιουργούν βυθίσματα στην εξωτερική πλευρά, την «καλή». Επιπλέον, δύο από τους τέσσερις γάντζους μετακινήθηκαν, ώστε η γεωμετρία τους να προκύπτει από την «καρδιά» του καλουπιού και να αποφύγουμε δύο «συρτάρια» στο καλούπι.

Το αποτέλεσμα των αλλαγών αυτών (Design for Manufacturing ή DfM) ήταν να πετύχουμε ακριβώς την ίδια λειτουργικότητα του προϊόντος, να έχουμε αισθητά φθηνότερο καλούπι με 40% μικρότερο κύκλο πλήρωσης (γέμισμα καλουπιού). Για τον τελικό χρήστη του προϊόντος αυτού (Electronics Housing) δεν υπάρχει καμία απολύτως διαφορά. Ο πελάτης μας όμως, ο κατασκευαστής των ηλεκτρονικών, θα έβλεπε τη διαφορά αυτό στο κόστος του καλουπιού που ήταν 12.000€ παραπάνω και συνεπώς στο κόστος ανά τεμάχιο για τα επόμενα δέκα (10!) χρόνια.

Τι να ελέγξετε πριν ζητήσετε προσφορά για καλούπι

Ένας σύντομος κατάλογος που, κατά τη γνώμη μου, γλιτώνει τα μισά προβλήματα:

- ➔ Να έχει οριστεί το ακριβές υλικό, με εμπορική ονομασία και όχι μόνο κατηγορία.
- ➔ Να είναι το πάχος τοιχώματος ομοιόμορφο και μέσα στα όρια του υλικού.

➔ Να υπάρχει σωστή γωνία εξόλκευσης σε κάθε επιφάνεια που τη χρειάζεται (χωρίς αρνητική γωνία).

➔ Να έχει καθοριστεί συνειδητά η γραμμή διαχωρισμού του καλουπιού (Split Line).

➔ Να ελαχιστοποιηθεί ή να εξαλειφθεί ο αριθμός των απαιτούμενων συρταριών μέσω επανασχεδιασμού του τελικού προϊόντος.

➔ Να έχει οριστεί η «καλή» πλευρά (όψη Α) καθώς και οι απαγορευμένες ζώνες για τροφοδοσία (έγχυση λιωμένου υλικού) και εξολκείς που αφήνουν σημάδια.

➔ Οι σφικτές ανοχές είναι μόνο εκεί που χρειάζονται πραγματικά και να δηλώνονται ρητά στο μηχανολογικό σχέδιο. Εδώ διευκρινίζεται ότι μόνο το τρισδιάστατο μοντέλο δεν είναι αρκετό.

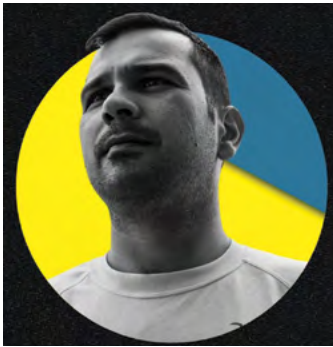
➔ Να έχουν ελεγχθεί τα νεύρα και τα «κολωνάκια» ως προς τα πάχη για την αποφυγή βυθισμάτων («τράβηγμα υλικού»).

➔ Να έχει υπολογιστεί ο ετήσιος όγκος παραγωγής, ώστε να επιλεγεί σωστά το υλικό του καλουπιού και ο αριθμός κοιλοτήτων που θα έχει το κάθε καλούπι.

➔ Να έχει δει και να έχει εγκρίνει το σχέδιο ο κατασκευαστής του καλουπιού πριν οριστικοποιηθεί.

Κλείνοντας

Να μην παρεξηγηθώ: η 3D εκτύπωση παραμένει το καλύτερο και το πιο προσιτό εργαλείο πρωτοτυποποίησης που υπάρχει διαθέσιμο αυτή τη στιγμή στην αγορά. Είναι εξαιρετικό εργαλείο επικύρωσης μιας ιδέας, της εργονομίας, της συναρμολόγησης και του μεγέθους. Δεν είναι όμως εργαλείο επικύρωσης της παραγωγής, και δεν



σχεδιάστηκε ποτέ για να είναι, εκτός από την περίπτωση παραγωγής λίγων τεμαχίων που μπορεί να συμφέρει κοστολογικά από το να φτιαχτεί καλούπι. Η απόσταση ανάμεσα στο 3D Printing με το καλούπι δεν καλύπτεται «κάνοντας τον σταυρό μας». Καλύπτεται με ένα ενδιάμεσο στάδιο σχεδιασμού (DfM), όπου το εγκεκριμένο σχέδιο «χτενίζεται» από την αρχή με τα μάτια του καλουπατζή. Αυτό το στάδιο κοστίζει μερικές ώρες στο CAD για το DfM. Η παράλειψή του όμως κοστίζει εβδομάδες στο ατσάλι.

Και κάτι τελευταίο, που το πιστεύω ακράδαντα. Αυτή η δουλειά γίνεται καλύτερα μαζί: Ο σχεδιαστής ξέρει τι πρέπει να κάνει το προϊόν, ο καλουπατζής ξέρει τι μπορεί να βγει από το καλούπι. Όταν οι δύο μιλήσουν πριν «κοπεί το πρώτο ατσάλι», ο πελάτης παίρνει καλύτερο προϊόν σε χαμηλότερο κόστος και οι δύο επαγγελματίες γλιτώνουν την πιο άχαρη συζήτηση του κλάδου: «ποιος φταίει».



Design & Engineering Services from A to Z

Τώρα διαβάστε μας και... ηλεκτρονικά



CARACOL

MEET HERON AM

THE FUTURE OF LARGE FORMAT
ADDITIVE MANUFACTURING

www.novapax.gr

Η caracol ιδρύθηκε για να ωθήσει τα όρια της AM πέρα από αυτό που ήταν δυνατό. Δημιουργήσαμε, **εξελίσσοντας τις δυνατότητες της προσθετικής κατασκευής σε μέγεθος, σχήμα και υλικά** με την πλατφόρμα μας: HERON AM

Η Heron AM είναι μια λύση με το κλειδί στο χέρι για την παραγωγή των πιο προηγμένων βιομηχανικών εφαρμογών. Αναπτύξαμε και ενσωματώσαμε μηχανήματα και λογισμικό για να μεγιστοποιήσουμε την ευελιξία, την απόδοση και τον έλεγχο της διαδικασίας, για την κατασκευή προϊόντων / εξαρτημάτων κατά παραγγελία και επιτόπου.

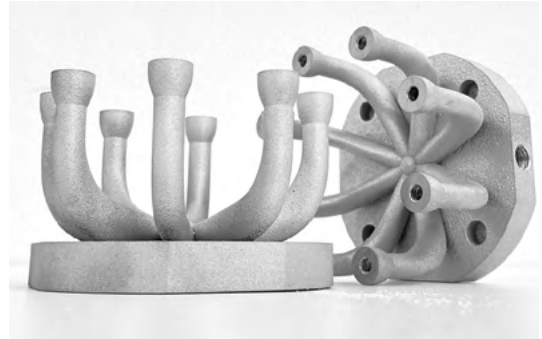


SLM για Industrial Prototyping και Low-Volume Παραγωγή Μεταλλικών Κομματιών - ANiMA A1

Σε πολλά βιομηχανικά περιβάλλοντα, το metal additive manufacturing αξιολογείται παράλληλα με τις συμβατικές μεθόδους παραγωγής και όχι ως άμεση αντικατάστασή τους. Το Selective Laser Melting (SLM) εξετάζεται κυρίως όταν η ευελιξία σχεδιασμού, η ταχύτητα ανάπτυξης ή οι εσωτερικές γεωμετρίες δημιουργούν περιορισμούς στις παραδοσιακές μεθόδους κατασκευής. Σε αυτές τις περιπτώσεις, το SLM λειτουργεί ως μέρος μιας υφιστάμενης παραγωγικής διαδικασίας και όχι ως standalone λύση.

Αυτό αφορά κυρίως engineering teams που δουλεύουν πάνω σε functional prototypes, pilot parts ή μικρές παραγωγές. Τα εξαρτήματα αυτά πρέπει να αποδίδουν μηχανικά όπως τα τελικά προϊόντα, γι' αυτό και κατασκευάζονται από engineering-grade μεταλλικά κράματα. Ως αποτέλεσμα, η έμφαση δίνεται στον έλεγχο της διαδικασίας, το repeatability και την ενσωμάτωση με post-processing στάδια, και όχι αποκλειστικά στην ταχύτητα παραγωγής ή στον όγκο.

Το άρθρο αυτό περιγράφει πώς εφαρμόζεται το SLM στη βιομηχανική πρωτοτυποποίηση και στις low-volume παραγωγές, και πώς ένα compact, υψηλής απόδοσης σύστημα όπως το **ANiMA A1** μπορεί να αξιοποιηθεί σε αυτό

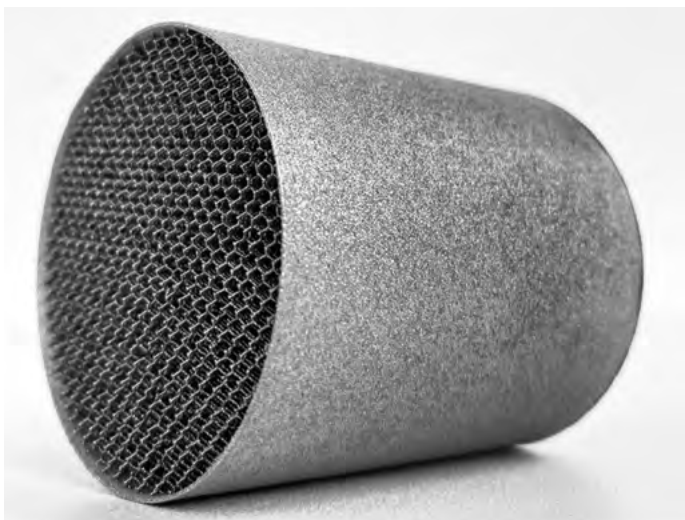


το πλαίσιο, χωρίς να περιορίζεται σε συγκεκριμένο κλάδο ή μοντέλο παραγωγής. Βελτιστοποιημένο από Έλληνες μηχανικούς με μεγάλη εμπειρία στο metal additive, το A1 αντικατοπτρίζει σε βάθος τις ανάγκες, τα standards και τις διαδικασίες της ευρωπαϊκής βιομηχανίας.

Industrial Prototyping: Πρακτικοί Περιορισμοί

Τα industrial prototypes κατασκευάζονται κυρίως για testing και validation, όχι για επίδειξη. Τα εξαρτήματα μπορεί να υποβληθούν σε μηχανικά φορτία, θερμικούς κύκλους ή περιορισμούς συναρμολόγησης, και συνεπώς πρέπει να ανταποκρίνονται όσο το δυνατόν πιο πιστά στο τελικό design. Για αυτόν τον λόγο, η γεωμετρία, το υλικό και η εσωτερική δομή καθορίζονται συνήθως από νωρίς.

Στις συμβατικές μεθόδους, η κατασκευή τέτοιων prototypes συχνά απαιτεί πολλαπλές κατεργασίες, ειδικά fixtures ή απλοποιήσεις στη γεωμετρία ώστε να είναι εφικτή η κατεργασία. Αυτό αυξάνει τον χρόνο παράδοσης και περιορίζει την ελευθερία σχεδιασμού, ιδιαίτερα όταν υπάρχουν πολύπλοκες μεταβάσεις ή εσωτερικά χαρακτηριστικά. Οι περιορισμοί αυτοί επηρεάζουν άμεσα και



τον αριθμό των αλλαγών στη σχεδίαση που μπορούν να πραγματοποιηθούν.

Το SLM προσφέρει μια εναλλακτική, επιτρέποντας την απευθείας κατασκευή εξαρτημάτων από ψηφιακά μοντέλα, συμπεριλαμβανομένων γεωμετριών που είναι δύσκολο ή αδύνατο να παραχθούν με machining. Έτσι, οι ομάδες μπορούν να αξιολογούν design concepts χωρίς να χρειάζεται να τα προσαρμόσουν εξαρχής για κατασκευασιμότητα. Το αποτέλεσμα είναι μια πιο ξεκάθαρη εικόνα της πραγματικής συμπεριφοράς του εξαρτήματος πριν προχωρήσει η ανάπτυξη.

Από το Prototype στη Μικρή Παραγωγή

Στην πράξη, η πρωτοτυποποίηση δεν περιορίζεται σε μεμονωμένα εξαρτήματα. Όταν ένα design ωριμάσει, προκύπτει συχνά ανάγκη για μικρής κλίμακας παραγωγής, είτε για testing, είτε για εσωτερική χρήση, είτε για περιορισμένη εφαρμογή. Οι ποσότητες αυτές δεν δικαιολογούν επένδυση σε tooling, αλλά η συνέπεια μεταξύ των parts παραμένει κρίσιμη.

Το SLM επιτρέπει την παραγωγή αυτών των σειρών με το ίδιο digital workflow που χρησιμοποιείται και στην πρωτοτυποποίηση. Τροποποιήσεις στη γεωμετρία ή στην εσωτερική δομή μπορούν να γίνουν χωρίς αλλαγές σε εργαλεία, κάτι ιδιαίτερα σημαντικό όταν το σχέδιο συνεχίζει να εξελίσσεται.

Σε περιβάλλοντα όπου το CNC machining είναι ήδη καθιερωμένο, τα additively manufactured parts συνδυάζονται συχνά με κατεργασίες φινιρίσματος. Αυτή η υβριδική προσέγγιση επιτρέπει την αξιοποίηση του SLM για πολύπλοκες γεωμετρίες και εσωτερικά χαρακτηριστικά, ενώ το machining καλύπτει επιφάνειες με αυστηρές ανοχές. Η σωστή ενσωμάτωση των διαδικασιών είναι επομένως καθοριστική.



Χρήση του ANiMA A1 σε Βιομηχανικό Περιβάλλον

Τα compact SLM systems χρησιμοποιούνται ευρέως σε prototyping και μικρές παραγωγές, όπου το μέγεθος των εξαρτημάτων είναι περιορισμένο και η σταθερότητα της διαδικασίας έχει προτεραιότητα. Ένα μικρότερο build platform διευκολύνει την ανάπτυξη παραμέτρων και μειώνει την κατανάλωση υλικού, ειδικά όταν απαιτούνται πολλαπλές δοκιμές.

Το ANiMA A1 έχει σχεδιαστεί ακριβώς για αυτό το περιβάλλον, υποστηρίζοντας εφαρμογές όπως functional components, tooling inserts και engineering prototypes. Επιτρέπει αποδοτική batch παραγωγή μικρών εξαρτημάτων, διατηρώντας υψηλό επίπεδο σταθερότητας και επαναληψιμότητα.

Ένα από τα βασικά πλεονεκτήματα του A1 είναι η ευελιξία στο build volume. Το σύστημα μπορεί να προσαρμοστεί ανάλογα με τις ανάγκες της εφαρμογής, καλύπτοντας, τόσο μικρές δοκιμαστικές κατασκευές όσο και μεγαλύτερα εξαρτήματα.

Αυτό επιτυγχάνεται μέσω του **Build Volume Reducer (BVR)**, ενός module που επιτρέπει δοκιμή υλικών και ανάπτυξη παραμέτρων χρησιμοποιώντας σημαντικά μικρότερη ποσότητα πούδρας. Αυτό είναι ιδιαίτερα χρήσιμο στα αρχικά στάδια ανάπτυξης, όπου απαιτούνται πολλές δοκιμές και η εξοικονόμηση υλικού παίζει σημαντικό ρόλο. Με τον τρόπο αυτό, οι ομάδες μπορούν να επιταχύνουν τη διαδικασία δοκιμών διατηρώντας παράλληλα τον έλεγχο του κόστους.

Από πλευράς λειτουργίας, το μέγεθος και οι απαιτήσεις εγκατάστασης του A1 επιτρέπουν την εύκολη ενσωμάτωσή του σε μηχανουργεία ή R&D περιβάλλοντα. Αυτό διευκολύνει τη συνεργασία μεταξύ design,



manufacturing και testing ομάδων, ειδικά όταν υπάρχουν συχνές αλλαγές.

Παράλληλα, το A1 έχει αναπτυχθεί στο πλαίσιο της ευρωπαϊκής βιομηχανίας, ευθυγραμμισμένο με τα τοπικά standards ποιότητας και υποστήριξης, ενισχύοντας τη φιλοσοφία του ως λύση βελτιστοποιημένη από Έλληνες μηχανικούς για την Ελληνική αγορά.

Υλικά, Validation και Ενσωμάτωση

Η επιλογή υλικού στις SLM εφαρμογές καθορίζεται κυρίως από τις λειτουργικές απαιτήσεις. Stainless steels, tool steels, aluminum alloys και titanium χρησιμοποιούνται ανάλογα με τη χρήση του εξαρτήματος. Κάθε υλικό συνοδεύεται από συγκεκριμένες απαιτήσεις σε process parameters, heat treatment και surface finishing.

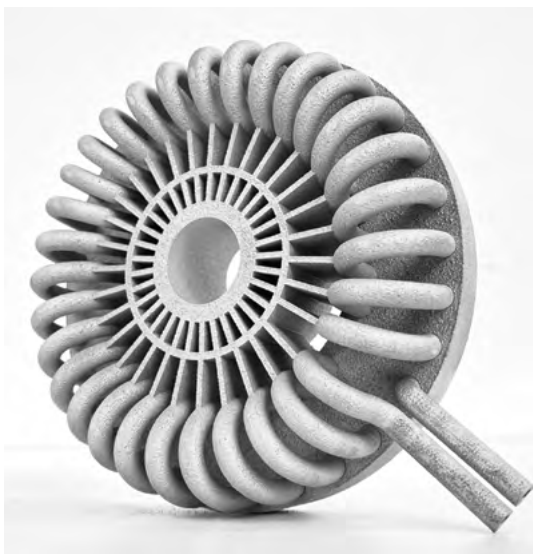
Η επικύρωση αποτελεί κρίσιμο στάδιο, ειδικά όταν τα εξαρτήματα προορίζονται για λειτουργική χρήση. Αυτό μπορεί να περιλαμβάνει διαστασιολογικό έλεγχο, μηχανικές δοκιμές ή ελέγχους εσωτερικής ποιότητας, ανάλογα με τα standards και τις απαιτήσεις της εφαρμογής. Τα post-processing βήματα, όπως stress relief και machining, ενσωματώνονται συνήθως από την αρχή στη διαδικασία.

Για εταιρείες που εισάγουν το SLM, η υιοθέτηση γίνεται σταδιακά. Ένα σύστημα όπως το ANiMA A1 επιτρέπει την ανάπτυξη τεχνογνωσίας σε επίπεδο διαδικασιών, υλικών και εσωτερικών πρακτικών, με ελεγχόμενο και επεκτάσιμο τρόπο.

Επόμενα Βήματα

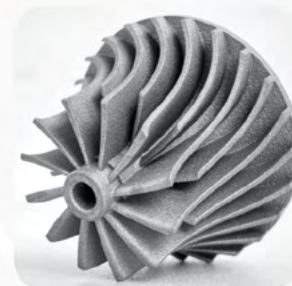
Η αξιολόγηση του SLM για prototyping ή μικρής κλίμακας παραγωγή ξεκινά συνήθως από ένα συγκεκριμένο part ή use case. Παράγοντες όπως η γεωμετρία, το υλικό, οι απαιτούμενες ποσότητες και τα post-processing βήματα καθορίζουν αν ένα σύστημα όπως το ANiMA A1 είναι η κατάλληλη επιλογή.

Η ανάλυση ενός αντιπροσωπευτικού εξαρτήματος αποτελεί την πιο πρακτική βάση για συζήτηση και βοηθά να γίνει σαφές πώς το metal additive manufacturing μπορεί να ενσωματωθεί σε ένα υπάρχον παραγωγικό περιβάλλον.





The 3D Printer Experts



ANiMA A1

COMPACT INDUSTRIAL METAL 3D PRINTER
WITH A BUILD VOLUME REDUCER

Βελτιστοποιημένο από Έλληνες μηχανικούς με μεγάλη εμπειρία στο metal additive.
Ιδανικό για **ερευνητικά περιβάλλοντα** και για **υποστήριξη σε γραμμή παραγωγής**.

Το **Build Volume** του **ANiMA A1** μπορεί να προσαρμοστεί, **επιτρέποντας σημαντική εξοικονόμηση υλικού** για δοκιμές και μικρής κλίμακας παραγωγή.

Επικοινωνήστε μαζί μας
για περισσότερες πληροφορίες
και προσφορά

Λεωφόρος Μαραθώνος 27 Παλλήνη, 153 51
T: +30 210 77 76 822 | +30 210 66 66 544
info@anima.eu | www.anima.eu

3D Scanning της ZEISS και Z-Mechanics Συνέντευξη της κας Ελευθερίας Βαλάκα, Design & Quality Control Engineer στη Z-Mechanics

Η ενσωμάτωση τεχνολογιών 3D scanning στην Ελλάδα δεν είναι συνήθης στο ναυπηγοεπισκευαστικό κλάδο. Ωστόσο, η Z-Mechanics αποφάσισε να κάνει το μεγάλο βήμα και να επενδύσει στην τεχνολογική αναβάθμισή της. Γιατί;

Η ομάδα μας απαρτίζεται από εξαιρετικά έμπειρους και καταρτισμένους μηχανουργούς, αλλά πάντα φροντίζαμε να παρακολουθούμε τις διεθνείς τεχνολογικές εξελίξεις. Γνωρίζαμε λοιπόν τις δυνατότητες του 3D scanning και πώς αυτό μπορεί να δώσει ώθηση στην επιχείρησή μας, οπότε όταν είμασταν έτοιμοι, το προχωρήσαμε. Σκοπός μας ήταν να αυτοματοποιήσουμε κάποιες διαδικασίες, ώστε να είμαστε πιο παραγωγικοί σε μικρότερο χρονικό διάστημα, αλλά χωρίς να διακινδυνεύσουμε την ποιότητα της εργασίας μας. Αυτό ήταν αδιαπραγμάτευτο και μόνο με τη βοήθεια εξειδικευμένης τεχνολογίας θα μπορούσαμε να το πετύχουμε.

Ποια ήταν τα κριτήρια που σας οδήγησαν στο να αποκτήσετε λύση της ZEISS και να συνεργαστείτε με τη Lino;

Κάναμε έρευνα αγοράς και καταλήξαμε αβίαστα στην Zeiss, καθώς είναι ο πιο αξιόπιστος κατασκευαστής διεθνώς και η διασφάλιση της ακρίβειας των μετρήσεων είναι υψίστης σημασίας για το ναυπηγοεπισκευαστικό κλάδο. Στη συνέχεια, ήρθαμε σε επαφή με τη Lino που

εκπροσωπεί την Zeiss #HandsOnMetrology στην Ελλάδα και διαθέτει εκτενή τεχνογνωσία στο 3D Scanning. Όταν αντιληφθήκαμε ότι πρόκειται για πραγματικό συνεργάτη, όχι απλό μεταπωλητή, νιώσαμε μεγαλύτερη ασφάλεια. Στην πράξη, η ομάδα της Lino μας υποστήριξε κατά τη διάρκεια της εγκατάστασης, αλλά και των παραμετροποιήσεων που χρειαστήκαμε σε επίπεδο after sales support.

Πώς ενσωματώσατε τη λύση 3D Scanning της ZEISS στην παραγωγική σας διαδικασία;

Η Z-Mechanics εξειδικεύεται στην επισκευή turbocharger πλοίων. Εφαρμόζουμε τεχνικές, όπως είναι η αναγόμωση (laser cladding) έτσι, ώστε ένας δυσλειτουργικός ή φθαρμένος turbocharger να μπορέσει να λειτουργήσει ξανά σαν καινούριος, με τον πλέον οικονομικό τρόπο. Για αυτό το λόγο, εφαρμόζουμε λύση inspection που διασφαλίζει την ποιότητα των επισκευών που αναλαμβάνουμε, αλλά και λύση reverse engineering, γιατί πολλά turbochargers είναι προϊόντα end of life και υπάρχει μεγάλη έλλειψη ανταλλακτικών, οπότε η ανάγκη ανακατασκευής τους είναι συχνή και μάλιστα, στον ελάχιστο δυνατό χρόνο. Πλέον αντί να αναζητάμε ανταλλακτικά από το εξωτερικό και να περιμένουμε να τα παραλάβουμε, αν υπάρχουν, αναλαμβάνουμε μόνοι μας την παραγωγή τους. Επεκτείναμε δηλαδή τις υπηρεσίες μας και μάλιστα, έχουμε τη δυνατότητα να αναπαράγουμε συσκευές και ανταλλακτικά σύνθετων γεωμετριών, κάτι που παλαιότερα ήταν αδύνατο.

Ποιες τεχνικές προδιαγραφές του 3D Scanner Zeiss T-SCAN hawk 2 σας έκαναν να τον επιλέξετε;



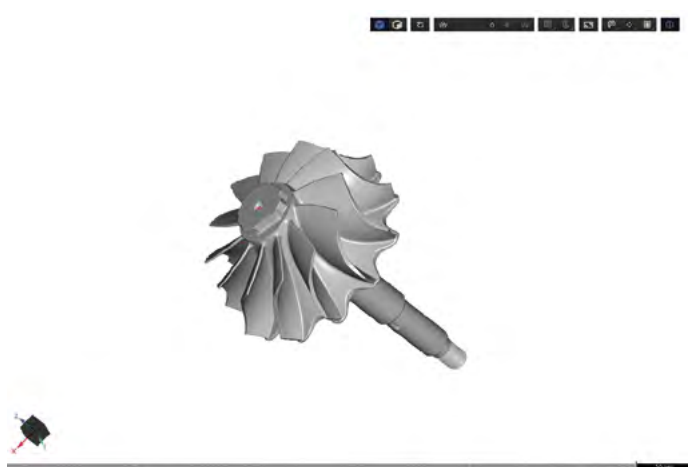
Σάρωση Turbocharger

Καταρχάς, καλύπτει εξίσου τις ανάγκες μας σε quality assurance και reverse engineering. Είναι ένας εύχρηστος φορητός σκάνερ που μπορούμε να μετακινούμε εύκολα και συχνά, ενώ επίσης παραμένει αξιόπιστος ακόμα και στη μέτρηση γυαλιστερών τεμαχίων, κάτι που δεν ισχύει για τους περισσότερους 3D scanners της αγοράς. Το σημαντικότερο όλων, όμως, ήταν ότι μας παρέχει μετρήσεις μεγάλης ακρίβειας, σε επίπεδο μετρολογίας, οι οποίες είναι απαραίτητες για την επιδιόρθωση ή ανακατασκευή των turbochargers, δεδομένης της σημασίας τους στη ναυσιπλοΐα.

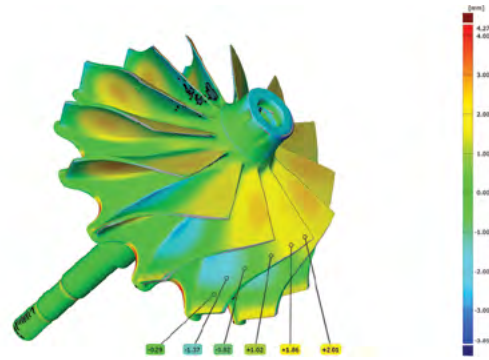
Ο 3D scanner που επιλέξατε συνοδεύεται από λογισμικό. Θέλετε να μας μιλήσετε για την εμπειρία σας ως χρήστες;

Όπως διαπιστώσαμε στην πράξη, το λογισμικό της ZEISS μας προσφέρει απόλυτο έλεγχο στο workflow, με αποτέλεσμα η εμπειρία των χρηστών μας να είναι intuitive και απόλυτα ασφαλής. Μπορέσαμε να πειραματιστούμε με ασφάλεια, γιατί είχαμε καθοδήγηση εντός της εφαρμογής σε κάθε βήμα, αποφεύγοντας λάθη και καθυστερήσεις, γεγονός που μας έδωσε ώθηση να γίνουμε γρήγορα πιο παραγωγικοί. Γνωρίζαμε για το υψηλό επίπεδο της ZEISS, αλλά η ευχρηστία του λογισμικού της ίσως ήταν η μεγαλύτερη -και η πιο ευχάριστη- έκπληξη. Δεν περιμέναμε ότι η καθημερινή ενασχόληση με το 3D Scanning θα ήταν τόσο εύκολη.

Υπάρχουν άλλες λειτουργίες του ZEISS T-SCAN hawk 2 που σας φάνηκαν χρήσιμες;



Reverse Engineering μέσω του λογισμικού ZEISS



Έλεγχος Αποκλίσεων μέσω του λογισμικού ZEISS Inspect

Σίγουρα. Για παράδειγμα, η δυνατότητα εξαγωγής report που περιλαμβάνει όλα τα δεδομένα της μετρολογίας αποδείχτηκε εξαιρετικά ωφέλιμη. Επιβεβαιώνει την αριότητα των υπηρεσιών μας και επιτρέπει στους πελάτες μας να μας εμπιστευτούν σε ακόμα μεγαλύτερο βαθμό. Στην πράξη λειτουργεί ως εγγύηση που προστατεύει και τις δύο πλευρές. Όπως αντιλαμβάνεστε, η σημασία των turbochargers στη ναυτιλία είναι υψίστης σημασίας και η πιθανότητα λαθών έχει μεγάλο οικονομικό αντίκτυπο. Πάντως, συνολικά οι πιθανές εφαρμογές της λύσης είναι απεριόριστες και αυτός ήταν ένας από τους λόγους που την επιλέξαμε. Παρέχει scalability που περιορίζεται μόνο από τη δική μας φαντασία και μας επιτρέπει να επεκταθούμε σταδιακά σε περισσότερες εφαρμογές.

Υπήρξαν περιπτώσεις που χρειαστήκατε βοήθεια με την ενσωμάτωση του ZEISS T-SCAN hawk 2 στη ροή εργασιών σας; Αν ναι, πώς το διαχειριστήκατε;

Βοήθεια χρειαστήκαμε μόνο τους 2 πρώτους μήνες και σε αυτό το αρχικό στάδιο προσαρμογής, η ομάδα της Lino ήταν στο πλευρό μας. Η εμπειρία τους μας βοήθησε να λύσουμε τις απορίες μας άμεσα και να βελτιστοποιήσουμε τα workflow μας. Στην ουσία μας βοήθησαν να μεγιστοποιήσουμε την απόδοση της λύσης, δημιουργώντας

εξατομικευμένα workflows ανά περίπτωση. Πλέον αυτό είναι κάτι που μπορούμε εύκολα να ολοκληρώσουμε μόνοι μας.

Άρα η εκπαίδευση και προσαρμογή της ομάδας σας στο νέο σύστημα ήταν εύκολη;

Πολύ εύκολη. Οι δύο μήνες που ανέφερα ήταν παραπάνω από αρκετοί για την πλήρη ενσωμάτωση στην παραγωγική μας διαδικασία. Στην ουσία ο χρήστης του 3D σκάνερ είχε εξοικειωθεί με τον εξοπλισμό από την πρώτη κιόλας εβδομάδα. Εύλογα, όλη η ομάδα αγκάλιασε τη νέα λύση, γιατί διευκόλυνε τη δουλειά όλων μας.

Δηλαδή πόσο γρήγορα ολοκληρώνετε το 3D scanning με το ZEISS T-SCAN hawk 2;

Σε ταχύτητα ρεκόρ, συγκριτικά με τις συμβατικές μεθόδους. Για παράδειγμα, για ένα ανταλλακτικό με μεγάλη πολυπλοκότητα χρειαζόμαστε περίπου 1-1.30 ώρα, ενώ για τεμάχια με απλούστερη γεωμετρία, αρκούν μόλις 10 λεπτά.

Πόσο καιρό χρησιμοποιείτε τη λύση; Έχετε συγκεκριώσει μετρήσιμα αποτελέσματα για την επιχείρησή σας;

Χρησιμοποιούμε τη λύση από τον Αύγουστο του 2025 και θα έλεγα πως η ένταξή της στο workflow μας έχει βελτιώσει δραστικά την ποιότητα των επισκευών που

αναλαμβάνουμε. Στον κλάδο μας είναι πολύ σημαντικό να μπορούμε να αποφανθούμε γρήγορα και εμπεριστατωμένα για το εάν ένα τεμάχιο έχει επισκευαστεί σωστά, αν είναι εντός προδιαγραφών κ.ο.κ. Πλέον οι πελάτες μας αναγνωρίζουν ότι -εκτός από τη μακροχρόνια εμπειρία μας στις επισκευές- είμαστε σε θέση να υποστηρίξουμε και λύσεις μεγάλης ακρίβειας και αξιοπιστίας.

Τί πρέπει να γνωρίζετε για το ZEISS T-SCAN hawk 2

- ➔ Πιστοποιημένο σύμφωνα με τα αυστηρότερες βιομηχανικές προδιαγραφές
- ➔ Ακρίβεια επιπέδου μετρολογίας για εφαρμογές ποιοτικού ελέγχου, αντίστροφης μηχανικής (reverse engineering), συντήρησης, επισκευής και ανακατασκευής (overhaul)
- ➔ Σχεδιασμένο για εύκολη χρήση, με διαισθητικό χειρισμό, φυσική προσαρμογή στις κινήσεις του χεριού και ενσωματωμένο βοηθό ροής εργασίας με άμεση πλοήγηση στο σύστημα, χωρίς να απαιτείται χρήση φορητού υπολογιστή
- ➔ Ο πρώτος φορητός σαρωτής λέιζερ με λειτουργία Satellite Mode, που επιτρέπει τη σάρωση αντικειμένων μήκους πολλών μέτρων χωρίς την ανάγκη συμβατικής φωτογραμμετρίας ή κωδικοποιημένων δεικτών, διατηρώντας παράλληλα μεγάλη ακρίβεια
- ➔ Ο κόκκινος δείκτης λέιζερ βοηθά τον χρήστη να διατηρεί τη βέλτιστη απόσταση σάρωσης για την αξιόπιστη συλλογή



Σάρωση πολλαπλών τεμαχίων με ZEISS T-SCAN hawk 2



Stratasys:

Η αιχμή της τεχνολογίας στην 3D εκτύπωση



Stratasys Fortus 450mc

Επαγγελματικός Βιομηχανικός FDM 3D Εκτυπωτής

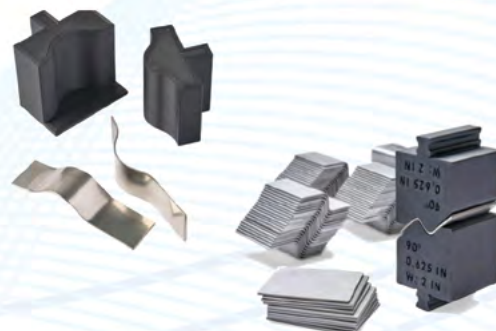
ΥΛΙΚΑ ΓΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ

ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΩΝ ΜΕ

ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΧΡΗΣΗ:

Diran™ 410MF07 της Stratasys.

Για CNC: jigs και fixtures



Stratasys P3 DLP Origin® Two

Υψηλής ακρίβειας βιομηχανικός 3D Εκτυπωτής



ΤΟ NEO P3 SILICONE 25A ΕΙΝΑΙ

ΕΝΑ ΥΛΙΚΟ ΣΙΛΙΚΟΝΗΣ ΓΙΑ:

- φλάντζες
- στεγανοποιητικά
- προστατευτικά καλύμματα και
- μαλακά ελαστικά μέρη

λόγω της αντοχής του, της υψηλής ελαστικότητας και της σταθερότητάς του σε ευρύ φάσμα θερμοκρασιών



Stratasys H350 3D printer

Βιομηχανικός powder bed fusion 3D Εκτυπωτής



Για την τεχνολογία SAF, η LINO προτείνει το πολυπροπυλένιο (PP) ιδανικό για εξαρτήματα που εκτίθενται σε χημικά και υψηλές θερμοκρασίες.

ΔΕΙΓΜΑ ΔΩΡΕΑΝ - μπορείτε να στείλετε αρχείο.





δεδομένων

➔ Χάρη στην αυτόματη προσαρμογή της ανάλυσης και του πεδίου σάρωσης, αποδίδει αποτελεσματικά σε περιορισμένους χώρους και σε σκούρες ή ανακλαστικές επιφάνειες, παρέχοντας εξαιρετικά ακριβή δεδομένα τρισδιάστατων μετρήσεων σε ένα ευρύ φάσμα υλικών

➔ Ιδανικό για κλάδους όπως η αυτοκινητοβιομηχανία, η αεροδιαστημική, οι σιδηροδρομικές μεταφορές, η ναυπηγική βιομηχανία, ο ενεργειακός τομέας και η μεταποίηση

➔ Κατάλληλο τόσο για εσωτερικούς, όσο και για εξωτερικούς χώρους, καθώς μεταφέρεται εύκολα σε μία μόνο φορητή θήκη μεταφοράς.



Σχετικά με τη Z-Mechanics

Η Z-Mechanics ιδρύθηκε το 1979 και έκτοτε εξειδικεύεται στην επισκευή turbochargers πλοίων και στην ολοκληρωμένη υψηλής ποιότητας τεχνική υποστήριξη Turbochargers στην Ελλάδα.

Οι turbochargers είναι ζωτικής σημασίας για την απόδοση του κινητήρα κάθε πλοίου. Η εταιρεία μας, Z-Mechanics, παρακολουθεί τις τελευταίες τεχνολογίες και τεχνικές σχετικά με τους turbochargers και είναι πολύ αξιόπιστη στον τομέα. Η διαδικασία turbocharging σημαίνει ότι μεγαλύτερη ποσότητα καυσίμου μπορεί να αναμιχθεί με τη μεγαλύτερη ποσότητα αέρα σε συγκεκριμένο χώρο καύσης, επιτρέποντας την απελευθέρωση περισσότερης ενέργειας που παράγει υψηλότερη ισχύ.

Οι αυξανόμενες απαιτήσεις για κινητήρες ντίζελ με μεγαλύτερη απόδοση, δημιούργησαν την ανάγκη για τις υπηρεσίες υψηλής ποιότητας που παρέχουμε μέσω της τεχνικής κατάρτισης των τεχνικών μας αλλά

November 4-6, 2026 | Berlin

Turning **INSIGHTS** into **IMPACT.**

AI generated

Ένα 3μερο event με 70+ διεθνείς ομιλητές, 20 πρωτοποριακές καινοτομίες, εκθεσιακό χώρο και πολλές ευκαιρίες για networking.

Περισσότερες Πληροφορίες:

<https://www.zeiss.com/metrology/en/explore/events/2026/zeiss-innovation-summit.html>

Για ΔΩΡΕΑΝ VIP προσκλήσεις, επικοινωνήστε με την ομάδα της Lino μέσω email στο info@lino3d.com

Θα τηρηθεί σειρά προτεραιότητας λόγω περιορισμένης διαθεσιμότητας.

και τις επενδύσεις σε σύγχρονη τεχνολογία. Πάντα με σεβασμό στο περιβάλλον.

Τεχνικές, όπως η αναγόμευση μπορούν να κάνουν έναν δυσλειτουργικό turbocharger να λειτουργεί σαν καινούργιος, με τον πιο οικονομικό τρόπο.

Σχετικά με τη Lino 3D

Η Lino3D είναι ο τομέας 3D εκτύπωσης της Lino A.E., με εξειδίκευση στις σύγχρονες τεχνολογίες additive manufacturing. Υποστηρίζει τους κατασκευαστές στην επιλογή των κατάλληλων διαδικασιών και υλικών, καθώς και το έμπυχο δυναμικό τους στην ανάπτυξη των απαραίτητων δεξιοτήτων για την αξιοποίηση των δυνατοτήτων της 3D εκτύπωσης.

Με τις υπηρεσίες 3D εκτύπωσης της Lino, αποκτάτε πρόσβαση σε γρήγορες και οικονομικά αποδοτικές λύσεις για την κατασκευή πρωτοτύπων και για την παραγωγή τους, με αποτέλεσμα άμεσους χρόνους παράδοσης.

Το 3DXLence Demo Lab της Lino A.E. διαθέτει συστήματα τεχνολογιών SLA, DLP, FDM και Binder Jetting, τα οποία αξιοποιούν ένα ευρύ φάσμα πλαστικών, μετάλλων και κεραμικών υλικών, όπως ρητίνες, νήματα, μέταλλα π.χ. ανοξείδωτους χάλυβες, κράματα και κεραμικά λ.χ. ζirkονία και βιομηχανική αλουμίνη. Με εκτενή τεχνογνωσία και πλήρως εξοπλισμένες εγκαταστάσεις, η Lino3D αναπτύσσει νέες εφαρμογές και

υλικά, ενώ παράλληλα προωθεί το additive manufacturing, τόσο σε αναδυόμενους, όσο και σε συμβατικούς κλάδους της βιομηχανίας.

Lino3D



www.metalplasticdirectory.com

ΤΟ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΟ
ΕΛΛΗΝΙΚΟ PORTAL
ΜΕΤΑΛΛΟΥ & ΠΛΑΣΤΙΚΟΥ

Προβληθείτε και εσείς

NOVAPAX



Γυάλισμα καλουπιών

- με ring - finish
- με flex - poli
- με poli - rotor
- με υπερήχους

Τηλ. 210 4112589 - Fax. 210 4137529

www.novapax.gr - info@novapax.gr

Πλήρως αυτοματοποιημένος σταθμός αλλαγής εργαλείων για τις πλατφόρμες Heron AM - (3D εκτύπωση + φινιρίσμα)

Αυτόματη Αλλαγή Κεφαλών

Η ρομποτική πλατφόρμα Heron AM της Caracol μπορεί να εξοπλιστεί με έναν πλήρως αυτόματο σταθμό αλλαγής κεφαλών, επιτρέποντας την επιλογή κατασκευής (3D εκτύπωση) ή φινιρίσματος με εργαλείο για διαφορετικές και πολλαπλές κατεργασίες και εφαρμογές.

Εκτύπωση & Φινιρίσμα

Για τον συνδυασμό της τεχνολογίας LFAM με CNC κατεργασία, η Caracol ανέπτυξε έναν πλήρως αυτόματο σταθμό αλλαγής κεφαλών, ο οποίος επιτρέπει την αυτοματοποιημένη εναλλαγή μεταξύ κεφαλών εξώθησης και κεφαλών εργαλείων φρεζαρίσματος.

Με αυτόν τον τρόπο διασφαλίζεται η αδιάλειπτη συνέχεια της παραγωγικής διαδικασίας χωρίς να απαιτείται ανθρώπινη παρέμβαση, μειώνοντας σημαντικά τους χρόνους διακοπής λειτουργίας και τις χειροκίνητες εργασίες. Μετά την εκτύπωση του εξαρτήματος, η CNC κατεργασία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για διάφορες διεργασίες φινιρίσματος, όπως κοπή περιγραμμάτων, διάτρηση, φρεζάρισμα και τελική κατεργασία επιφανειών.



Διπλή γραμμή εξτρούντερ

Χάρη στον αυτόματο σταθμό αλλαγής εργαλείων, οι χρήστες του Heron AM μπορούν επίσης να αξιοποιούν πολλαπλές κεφαλές εξώθησης, επιτυγχάνοντας διαφορετικά χαρακτηριστικά και επίπεδα φινιρίσματος στα παραγόμενα εξαρτήματα. Με την αυτόματη εναλλαγή μεταξύ των εξτρούντερ γραμμής παραγωγής (όπως οι HV και HF), ο χρήστης μπορεί να επιλέγει υψηλή παροχή υλικού και μεγάλα ακροφύσια για ταχεία και αποδοτική παραγωγή εκτύπωσης και, στη συνέχεια, να μεταβαίνει σε πιο λεπτομερή εκτύπωση με μικρότερα χαρακτηριστικά χρησιμοποιώντας εξτρούντερ και ακροφύσια μικρότερων διαστάσεων.

Πλεονεκτήματα

➔ **Εκτύπωση και Φινιρίσμα:** Ελαχιστοποιεί τις χειροκίνητες εργασίες φινιρίσματος και βελτιστοποιεί την επένδυση μέσω ενός ολοκληρωμένου, παραγωγικού συστήματος, "Όλα σε ένα".

➔ **Διπλή Γραμμή Εξτρούντερ:** Ενισχύει την ευελιξία της παραγωγής, υποστηρίζοντας παραγωγή υψηλής μεταβλητότητας (υψηλής παροχής υλικού ή λιγότερης με καλύτερη ακρίβεια) με ελάχιστους χρόνους διακοπής λειτουργίας.

Εφαρμογές

➔ Ιδιαίτερα κατάλληλο για εφαρμογές όπου η ρομποτική κατεργασία φρεζαρίσματος πρέπει να ανταποκρίνεται σε υψηλές απαιτήσεις ακρίβειας, όπως στους κλάδους



της ναυπηγικής, της αυτοκινητοβιομηχανίας και των δημιουργικών βιομηχανιών, για την παραγωγή τελικών εξαρτημάτων, αισθητικών μερών και πρωτοτύπων.

➔ Αποτελεί ιδανική λύση για βιομηχανίες που απαιτούν ευέλικτη και αυτοματοποιημένη παραγωγή μικρών σειρών, μειώνοντας στο ελάχιστο τις ανάγκες μετεπεξεργασίας και χειροκίνητης εργασίας, ενώ παράλληλα διασφαλίζει υψηλή ακρίβεια και παραγωγική αποδοτικότητα.

Με τον αυτόματο σταθμό αλλαγής κεφαλών, η παραγωγή εξαρτημάτων μέσω του Heron AM αποκτά ακόμη υψηλότερα επίπεδα αυτοματοποίησης και αποδοτικότητας, επιτρέποντας την απρόσκοπτη εναλλαγή εξτρουντερς ή την ενσωμάτωση CNC φρεζαρίσματος σε μια πλήρως προσαρμοζόμενη παραγωγική διαδικασία υψηλών επιδόσεων.

➔ **Αποδοτικότητα** – Βελτιστοποιημένοι χρόνοι παράδοσης και μειωμένο κόστος παραγωγής, χωρίς συμβιβασμούς στην ποιότητα.

➔ **Ευελιξία** – Απόλυτη ελευθερία στην προσαρμογή του σχεδιασμού και της γεωμετρίας των εξαρτημάτων.

➔ **Βιωσιμότητα** – Βιωσιμότητα της παραγωγικής διαδικασίας με στόχο ένα μηδενικό έως θετικό περιβαλλοντικό αποτύπωμα, μέσω της υποστήριξης της κυκλικής οικονομίας, της μείωσης αποβλήτων και της χρήσης ανακυκλωμένων υλικών.

Το Heron AM είναι η μοναδική πλατφόρμα LFAM που ενσωματώνει μηχανήματα, λογισμικό και αυτοματισμούς, προσφέροντας στους πελάτες μια ολοκληρωμένη λύση “με το κλειδί στο χέρι” για μέγιστη ευελιξία, έλεγχο της παραγωγικής διαδικασίας και υψηλές επιδόσεις. Ως ενιαίος πάροχος, η Caracol εξασφαλίζει ταχύτερη καινοτομία, μεγαλύτερη δυνατότητα προσαρμογής στις ανάγκες του πελάτη, καθώς και άμεση και αξιόπιστη τεχνική υποστήριξη.

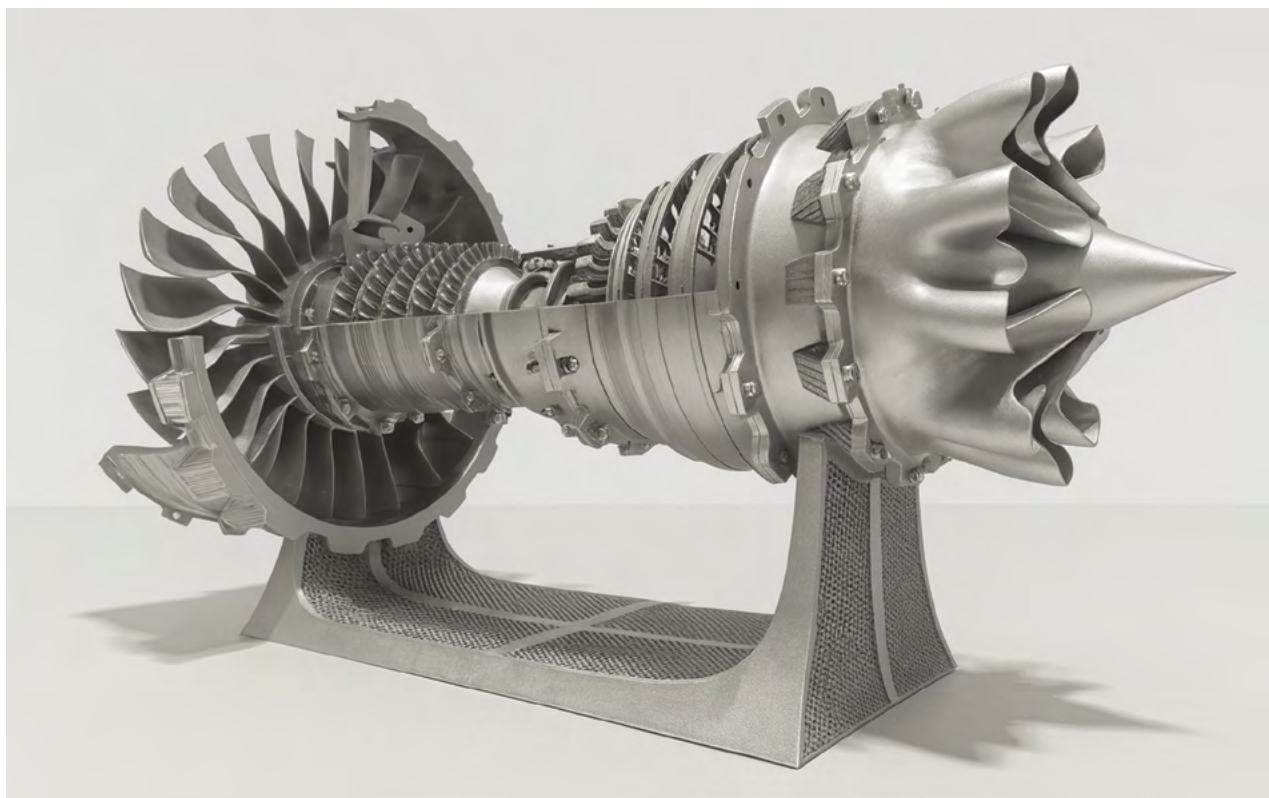
CARACOL

Η Fourth Dimension Technologies Ανακοινώνει Νέα Συνεργασία με τη Mastrex για 3D Εκτυπωτές Μετάλλο



Η Fourth Dimension Technologies ανακοινώνει νέα συνεργασία με τη Mastrex, αμερικανική εταιρεία ανάπτυξης και κατασκευής τρισδιάστατων εκτυπωτών μετάλλου με τεχνολογία Laser Powder Bed Fusion (LPBF).

Μέσα από τη νέα συνεργασία, η Fourth Dimension Technologies φέρνει στην αγορά μια ολοκληρωμένη σειρά βιομηχανικών συστημάτων 3D εκτύπωσης μετάλλου, από συστήματα μικρού μεγέθους έως μεγαλύτερες βιομηχανικές πλατφόρμες για παραγωγή.



Η τεχνολογία LPBF επιτρέπει την κατασκευή μεταλλικών εξαρτημάτων στρώση προς στρώση, με τη χρήση laser που λιώνει επιλεκτικά τη μεταλλική σκόνη, σύμφωνα με ένα ψηφιακό 3D μοντέλο. Η προσέγγιση αυτή δημιουργεί νέες δυνατότητες για πρωτοτυποποίηση, έρευνα και ανάπτυξη, καθώς και για την κατασκευή εξαρτημάτων με σύνθετες γεωμετρίες, περιορίζοντας σε πολλές εφαρμογές την ανάγκη για παραδοσιακά εργαλεία και καλούπια.

Η σειρά συστημάτων της Mastrex περιλαμβάνει τα MX100, MX120, MX150, MX220, MX280 και MX400, ενώ τα επερχόμενα MX600 και MX800 απευθύνονται σε μεγαλύτερες εφαρμογές και βιομηχανική παραγωγή. Η διαφορετική κλίμακα των συστημάτων επιτρέπει την επιλογή της κατάλληλης λύσης ανάλογα με το μέγεθος των εξαρτημάτων, τις απαιτήσεις της εφαρμογής και τον επιθυμητό όγκο παραγωγής.

Τα συστήματα υποστηρίζουν μια σειρά μεταλλικών υλικών, όπως τιτάνιο, ανοξείδωτο χάλυβα, αλουμίνιο, κοβάλτιο-χρώμιο και κράματα χαλκού, και μπορούν να αξιοποιηθούν σε κλάδους όπως η Αεροδιαστημική, η Αμυντική Βιομηχανία, η Αυτοκινητοβιομηχανία, η Ιατρική, η Οδοντιατρική, η Παραγωγή Ενέργειας, η Έρευνα και Ανάπτυξη, η Εκπαίδευση και τα Μηχανουργεία.

Η συνεργασία καλύπτει την Ελλάδα, την Κύπρο και τη Μάλτα, καθώς και την Αλβανία, τη Βοσνία και Ερζεγοβίνη, τη Βουλγαρία, την Κροατία, την Ουγγαρία, το Κόσοβο, το Μαυροβούνιο, τη Βόρεια Μακεδονία, τη Ρουμανία, τη Σερβία, τη Σλοβενία, τη Μολδαβία, το Μπαχρέιν, το Κουβέιτ, το Ομάν, το Κατάρ, τη Σαουδική Αραβία και τα Ηνωμένα Αραβικά Εμιράτα.

Η Fourth Dimension Technologies θα υποστηρίζει τους πελάτες με εγκατάσταση, εκπαίδευση και τεχνική

MASTREX



υποστήριξη, βοηθώντας τις επιχειρήσεις να αξιοποιήσουν τη μεταλλική προσθετική κατασκευή σε πραγματικές παραγωγικές εφαρμογές.

Η νέα συνεργασία θα παρουσιαστεί στο AM Summit 2026, που θα πραγματοποιηθεί στις 13-15 Οκτωβρίου 2026 στην Αθήνα, όπου οι επισκέπτες θα έχουν την ευκαιρία να γνωρίσουν από κοντά την τεχνολογία της Mastrex.

Για περισσότερες πληροφορίες:
info@4thdimension.gr

