

Ευφυής σχεδιασμός κατεργασιών επιπέδου ελάσματος σε πρέσα
Διδακτορική διατριβή Τίτου Γιαννακάκη, Διπλ. Μηχανολόγου Μηχανικού ΕΜΠ

Περίληψη

Η διδακτορική διατριβή αφορά στη σύνδεση του σχεδιασμού τεμαχίων από έλασμα και του σχεδιασμού των κατεργασιών διαμόρφωσης τους σε πρέσα.

Το τελικό αποτέλεσμα είναι σύστημα λογισμικού, το οποίο είναι σε θέση να μειώσει το χρόνο ανάπτυξης πρωτότυπων τεμαχίων από έλασμα και των μητρών κατασκευής τους, με αρχικό πεδίο εφαρμογής στη βιομηχανία παραγωγής ηλεκτρικών ειδών.

Στη διαδικασία του σχεδιασμού και εν γένει της ανάπτυξης πρωτότυπων τεμαχίων από έλασμα παρατηρούνται μεγάλες καθυστερήσεις, λόγω δύο τάσεων που υπεισέρχονται. Σύμφωνα με την πρώτη τάση, αυτή του σχεδιαστή προϊόντων, ο οποίος δεν είναι σχεδόν ποτέ γνώστης της παραγωγικής διαδικασίας, υιοθετούνται κυρίως λειτουργικά κριτήρια, αλλά και αισθητικά για λόγους σχεδιαστικής πρωτοτυπίας και πωλήσεων, πάντως όμως όχι κατασκευαστικά. Σύμφωνα με τη δεύτερη τάση, αυτή του υπεύθυνου παραγωγής, ο οποίος είναι συνήθως και ο σχεδιαστής των μητρών για το εκάστοτε προϊόν, υιοθετούνται αποκλειστικά κατασκευαστικά κριτήρια, με έμφαση στην ελαχιστοποίηση του κόστους παραγωγής και στην ευκολία κατασκευής και τροποποίησης της μήτρας. Προκύπτει, συνεπώς, συχνά ένα πρόβλημα αντικρουόμενων απαιτήσεων, λόγω αντιμετώπισης του κοινού προβλήματος από δύο διαφορετικές μεν, συμπληρωματικές δε, σκοπιές. Η συνήθης πρακτική επιβάλλει, τελικά, ένα συμβιβασμό μεταξύ των δύο τάσεων, με μια σχετική προτεραιότητα της δεύτερης, μετά από συζήτηση και συνεννόηση.

Η παραπάνω διαδικασία συμβιβασμού είναι πολύ χρονοβόρος και αποτελεί τη μία από τις δύο βασικές αιτίες αύξησης του χρόνου παραγωγής του πρωτοτύπου. Η δεύτερη αιτία είναι ο χρόνος των δοκιμών. Αφού ο οριστικοποιηθεί το σχέδιο του προϊόντος, σχεδιάζεται η μήτρα και, αφού κατασκευαστεί είτε στην ίδια την παραγωγική μονάδα είτε εξωτερικά, δοκιμάζεται, προκειμένου να διερευνηθεί αν η γεωμετρική μορφή του προϊόντος είναι επιτεύξιμη για το συγκεκριμένο το υλικό του ελάσματος και τις επιθυμητές ανοχές. Στο στάδιο αυτό γίνονται συνεχείς δοκιμές και διορθώσεις επί της μήτρας, προκειμένου να επιτευχθεί το επιθυμητό πρωτότυπο.

Στην παρούσα διατριβή οι δύο αιτίες αύξησης του χρόνου παραγωγής πρωτοτύπου αντιμετωπίζονται με τη στενότερη σύνδεση σχεδιασμού προϊόντος και μήτρας (κατεργασιών), ακολουθώντας φιλοσοφία σχεδιασμού κατεργασιών με βάση μορφολογικά χαρακτηριστικά και έμπειρα συστήματα. Η βασική ιδέα είναι να παρέχονται επικουρικά συμβουλές ‘κατασκευασιμότητας’ στο στάδιο της σχεδίασης του προϊόντος, προκειμένου να γεφυρώνεται το χάσμα μεταξύ σχεδιασμού και κατασκευής. Κομβικό ζήτημα αποτελεί η αναπαράσταση και ενσωμάτωση της σχετικής τεχνικής γνώσης.

Στο σύστημα που αναπτύχθηκε υιοθετήθηκαν οι σύγχρονες τάσεις και τα εργαλεία που παρέχονται από το σύγχρονο λογισμικό μηχανολογικού σχεδιασμού, με έμφαση στην παραμετρική σχεδίαση και τη χρήση μορφολογικών χαρακτηριστικών. Η βιβλιοθήκη μορφολογικών χαρακτηριστικών που αναπτύχθηκε τυποποιεί κατά το δυνατό τις οικογένειες γεωμετρικών μορφών που χρησιμοποιούνται συχνά κατά το σχεδιασμό μιας ή περισσότερων οικογενειών προϊόντων από έλασμα, με στόχο την αποφυγή στο μέλλον της εκ του μηδενός σχεδίασης, η οποία οδηγεί σε καθυστερήσεις, και την αντικατάσταση της από τροποποίηση υπάρχοντων μορφολογικών χαρακτηριστικών. Η βιβλιοθήκη που αναπτύχθηκε δεν χρησιμοποιείται απλά ως ένα σχεδιαστικό βοήθημα. Αντίθετα, τα μορφολογικά χαρακτηριστικά έχουν ενεργό ρόλο στο έμπειρο σύστημα ουσιαστικά εκπροσωπώντας τις κατεργασίες και τα εργαλεία που απαιτούνται για την κατασκευή τους. Αποτελούν επομένως για το συνολικό σύστημα τον απαραίτητο συνδετικό κρίκο μεταξύ τρισδιάστατης σχεδίασης και σχεδιασμού κατεργασιών.

Από την άλλη πλευρά, προκειμένου ο σχεδιαστής νέων προϊόντων να λαμβάνει άμεσα πληροφορίες σχετικά με τα κατασκευαστικά προβλήματα που πιθανώς να προκύψουν κατά την υλοποίηση του υπό σχεδίαση προϊόντος, απαιτείται η γνώση του έμπειρου-ειδικού στο σχεδιασμό και την κατασκευή μητρών. Για το σκοπό αυτό υιοθετήθηκε στο σύστημα που αναπτύχθηκε η φιλοσοφία των έμπειρων συστημάτων. Κατ’ αυτό τον τρόπο ενσωματώνεται τεχνική γνώση στη διαδικασία σχεδιασμού και παρέχονται άμεσες απαντήσεις για πιθανά κατασκευαστικά προβλήματα, σε συνάρτηση με τη γεωμετρία, το υλικό και τις κατεργασίες.

Το έμπειρο σύστημα που αναπτύχθηκε εμπεριέχει γνώση σχετική με δύο βασικές κατεργασίες διαμόρφωσης επιπέδου ελάσματος: την κοπή και την κοίλανση. Η γνώση αυτή αποκτήθηκε με τρεις τρόπους: μέσω συνεντεύξεων με εξειδικευμένους τεχνικούς που εργάζονται στη βιομηχανία στον τομέα της διαμόρφωσης ελάσματος και σχεδιασμού μητρών, μέσω εξειδικευμένης βιβλιογραφίας στον τομέα των

συγκεκριμένων κατεργασιών και τέλος, μέσω μελέτης σχεδίων προϊόντων και των αντίστοιχων μητρών, με βάση τις οποίες υλοποιήθηκαν. Η γνώση που συγκεντρώθηκε, μετατράπηκε από το μηχανικό γνώσης, σε κατασκευαστικούς κανόνες, οι οποίοι, στη συνέχεια, ενσωματώθηκαν σε ένα έμπειρο σύστημα, με τη βοήθεια του λογισμικού ανάπτυξης έμπειρων συστημάτων CLIPS.

Επί της ουσίας δημιουργήθηκαν ξεχωριστά έμπειρα “υποσυστήματα” για κάθε επιμέρους τομέα αποφάσεων, δηλαδή την επιλογή πρέσας και καλουπιού, το σχεδιασμό εργαλείων, την αποπεράτωση, τη συγκράτηση του ελάσματος και τη διαδοχή φάσεων και ενεργειών κοπής και κοίλανσης, τα οποία όμως αλληλεπιδρούν μεταξύ τους.

Δεδομένου ότι το περιβάλλον CLIPS δεν είναι ιδιαίτερα εύχρηστο για κάποιον μη επαρκώς εξοικειωμένο, υλοποιήθηκε μια διεπιφάνεια μεταξύ του χρήστη/σχεδιαστή και του έμπειρου συστήματος. Έτσι, ο χρήστης δεν χρειάζεται να επιβλέπει την λειτουργία του έμπειρου συστήματος, καθώς η εισαγωγή των απαραίτητων δεδομένων γίνεται σε κατάλληλα δομημένες φόρμες.

Η απαραίτητη επικύρωση του συστήματος που αναπτύχθηκε έγινε με βάση εφαρμογή του σε πραγματικά προϊόντα από τη βιομηχανία. Ελήφθησαν χρήσιμες παρατηρήσεις και συμπεράσματα για το ίδιο το σύστημα, αλλά και για τις πιθανές επεκτάσεις του.

Η διδακτορική διατριβή χρηματοδοτήθηκε μερικώς από τη Γενική Γραμματεία Έρευνας και Τεχνολογίας, στα πλαίσια του προγράμματος “Ανάπτυξη και εφαρμογή νέας μεθοδολογίας για την παραγωγή εξαρτημάτων από έλασμα με πολύπλοκη γεωμετρία στη βιομηχανία ηλεκτρικών συσκευών” (έργο ΠΑΒΕ97ΒΕ324).