

ΣΥΖΕΥΞΗ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ TAGUCHI ΜΕ ΜΕΘΟΔΟΥΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΠΟΛΥΚΡΙΤΗΡΙΑΚΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ ΔΙΕΡΓΑΣΙΩΝ ΧΗΜΙΚΗΣ ΑΠΟΘΕΣΗΣ ΑΠΟ ΑΤΜΟ

Χ.Γ. Τσάκωνας^{1,2}, Θ.Χ. Ξενίδου³, Ν.Χ. Μαρκάτος³

¹Σχολή Χημικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Πατρών, Πάτρα, Ελλάδα

²Ίδρυμα Τεχνολογίας και Έρευνας (ΙΤΕ) / Ινστιτούτο Επιστημών Χημικής Μηχανικής (ΙΕΧΜΗ), Πάτρα, Ελλάδα

³Σχολή Χημικών Μηχανικών, ΕΜΠ, Αθήνα, Ελλάδα

(*thexen@chemeng.ntua.gr)

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Οι διεργασίες Χημικής Απόθεσης από Ατμό (ΧΑΑ) χρησιμοποιούνται για την παραγωγή υμενίων σε υποστρώματα μέσω χημικών αντιδράσεων υπό την επίδραση της μεταφοράς μάζας, ορμής και ενέργειας. Η ποιότητα των υμενίων, με σημαντικές εφαρμογές στη μικρο- και νανοτεχνολογία, καθορίζεται από τις αλληλεπιδράσεις μεταφοράς-αντίδρασης, οι οποίες εξαρτώνται από το γεωμετρικό σχεδιασμό του αντιδραστήρα και τις λειτουργικές παραμέτρους της διεργασίας. Αν και η ΧΑΑ είναι ουσιαστικά μια χημική διεργασία, το βασικό ζητούμενο στο σχεδιασμό των αντιδραστήρων είναι η βελτιστοποίηση της υδροδυναμικής και θερμικής τους συμπεριφοράς έτσι ώστε η απόθεση να πραγματοποιείται επιλεκτικά στο στερεό υπόστρωμα με μεγάλη χωρική ομοιομορφία.

Η σύγχρονη τάση για την ανάπτυξη υμενίων με αυστηρές προδιαγραφές ποιότητας απαιτεί σημαντικό χρόνο και κόστος για την εύρεση των βέλτιστων συνθηκών λειτουργίας του αντιδραστήρα. Έτσι, για το σχεδιασμό διεργασιών ΧΑΑ απαιτούνται υβριδικά υπολογιστικά πλαίσια που βασίζονται σε αυστηρά μαθηματικά πρότυπα και ευέλικτους αλγόριθμους σύζευξης. Με απώτερο στόχο τη μείωση του κόστους, απαιτείται ο σχεδιασμός μιας διεργασίας ΧΑΑ που θα οδηγήσει στον προσδιορισμό του βέλτιστου επιπέδου κάθε μεταβλητής για την αποδοτικότερη λειτουργία του αντιδραστήρα. Στην παρούσα εργασία, αυτό επιτυγχάνεται με τη χρήση στατιστικών μεθόδων μέσω της φιλοσοφίας Taguchi^[1], η οποία εφαρμόζεται με επιτυχία σε προβλήματα ενός στόχου. Ωστόσο, στις διεργασίες ΧΑΑ οι στόχοι που προκύπτουν από τις προδιαγραφές ποιότητας είναι περισσότεροι τους ενός και συνήθως αντικρουόμενοι: υψηλός ρυθμός απόθεσης και μικρή ανομοιομορφία των παραγόμενων υμενίων. Ο περιορισμός του ενός στόχου της μεθόδου Taguchi αντιμετωπίζεται αποτελεσματικά με την υβριδική χρήση πολυκριτηριακών μεθόδων ανάλυσης, οι οποίες μετατρέπουν ένα πρόβλημα πολλών στόχων σε πρόβλημα ενός στόχου. Οι μέθοδοι πολυκριτηριακής ανάλυσης που διερευνώνται είναι η μέθοδος GRA^[2] που βασίζεται στη θεωρία των γκρι συστημάτων και η μέθοδος TOPSIS^[3] που βασίζεται στην έννοια της ευκλείδειας απόστασης.

Το υβριδικό υπολογιστικό πλαίσιο εφαρμόζεται στον πολυκριτηριακό σχεδιασμό ενός αντιδραστήρα για την παραγωγή υμενίων βολφραμίου. Για την υπολογιστική ανάλυση της διεργασίας χρησιμοποιείται το μοντέλο ΧΑΑ^[4] που έχει αναπτυχθεί με χρήση του πακέτου υπολογιστικής μηχανικής Phoenix^[5].

Τα αποτελέσματα έδειξαν πως με τη μέθοδο GRA, οι συνθήκες βέλτιστης λειτουργίας που προτείνονται, με χρήση του ορθογώνιου πίνακα, ταυτίζονται με αυτές της πλήρους παραγοντικής ανάλυσης, σε αντίθεση με τη μέθοδο TOPSIS στην οποία τα αποτελέσματα παρουσιάζουν σημαντικές αποκλίσεις. Ο υπολογισμός των συντελεστών βαρύτητας τόσο από την εντροπία, όσο και από την ανάλυση κύριων συνιστωσών, έδειξε ότι η ανομοιομορφία του πάχους του παραγόμενου υμενίου εμφανίζει μεγαλύτερο συντελεστή βαρύτητας σε σχέση με τον αντικρουόμενο στόχο, το ρυθμό απόθεσης του υμενίου.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Taguchi G, Elsayed EA, Hsiang T. (1989). *Quality Engineering in Production Systems*, McGraw-Hill Book Company.
- [2] Deng J. J. *Grey System*, (1989). 1(2): 103-117.
- [3] Hwang, CL, Yoon K. (1981). *Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications*. New York: Springer-Verlag.
- [4] Xenidou TC, Boudouvis AG, Tsamakias DM, Markatos NC. (2004). *J. Electrochem. Soc.* 151(12): C757-C764.
- [5] www.cham.co.uk