**Τρισδιάστατη Εκτύπωση Μορφοποιημένων Καταλυτών βασισμένων σε ζεολιθο ZSM-5**

**Σ.Κολτσακίδης1,\*, Β.Κοίδη1,2, Ε. Τζιμτζίμης1, Δ.Τζέτζης1, Α.Α. Λάππας2, E.Ηρακλέους1,2**

 1Σχολή Επιστήμης και Τεχνολογίας, Διεθνές Πανεπιστήμιο Ελλάδος, 57001 Θεσσαλονίκη

2Ινστιτούτο Χημικών Διεργασιών & Ενεργειακών Πόρων (ΙΔΕΠ), Εθνικό Κέντρο Έρευνας & Τεχνολογικής Ανάπτυξης (ΕΚΕΤΑ), 57001 Θεσσαλονίκη

\**skoltsakidis@ihu.edu.gr*

**ΠΕΡΙΛΗΨΗ**

Παρά τον τεράστιο αντίκτυπο που έχει η τρισδιάστατη (3D) εκτύπωση σε πολλούς τομείς, η εφαρμογή της στην παρασκευή καταλυτών είναι ακόμα σε πρώιμο ερευνητικό στάδιο [1]. Αξιοποιώντας τις δυνατότητες που προσφέρει η τεχνολογία αυτή, είναι δυνατή η σύνθεση δομημένων καταλυτικών υλικών με βελτιστοποιημένες γεωμετρίες για μεγιστοποίηση της καταλυτικής δραστικότητας και των φαινομένων μεταφοράς μάζας και θερμότητας. Στην παρούσα μελέτη παρουσιάζεται η κατασκευή μορφοποιημένων καταλυτών βασισμένων σε ζεολιθο ZSM-5με τρισδιάστατη εκτύπωση μέσω εκμαγείων, οι οποίοι χαρακτηρίστηκαν ως προς τις μηχανικές και φυσικοχημικές τους ιδιότητες.

Με βάση το επιθυμητό μέγεθος και σχήμα των δομημένων καταλυτών (κύλινδροι με εξωτερική διάμετρο 8 mm και μήκος 10 mm), πραγματοποιήθηκε σχεδιασμός της γεωμετρίας με χρήση του λογισμικού Computer Aided Design (CAD) και βελτιστοποίησή της ως προς την υδραυλική συμπεριφορά και την πτώση πίεσης σε διάφορες συνθήκες λειτουργίας μέσω υπολογιστικής ρευστομηχανικής μελέτης. Το εκμαγείο με τη βέλτιστη γεωμετρία κατασκευάστηκε με τρισδιάστατο εκτυπωτή τεχνολογίας Digital Light Processing (DLP) χρησιμοποιώντας πολυμερική ρητίνη. Στη συνέχεια, ο ζεόλιθος ZSM-5 εναποτέθηκε στα εκμαγεία μέσω χύτευσης με αιώρημα σκόνης ζεόλιθου ZSM-5 σε διάλυμα πυριτικού νατρίου. Τα δείγματα ξηράνθηκαν για την απομάκρυνση της υγρασίας διαδοχικά στους 25, 60 και 120 οC και πυρώθηκαν σε αέρα για την καύση και αφαίρεση των εκμαγείων. Οι παράμετροι που μελετήθηκαν ήταν η σύσταση του αιωρήματος ZSM-5/πυριτικού νατρίου (10 – 30 %κ.β. ZSM-5) και η θερμοκρασία πύρωσης (500, 600, 700, 850 οC). Οι συνθήκες ξήρανσης, καθώς και η προκύπτουσα συμπεριφορά συρρίκνωσης, εξετάστηκαν για την αποφυγή ρωγμών και σοβαρών ελαττωμάτων που θα μπορούσαν να επηρεάσουν τη δομική ακεραιότητα των τελικών καταλυτικών δομών. Η ακρίβεια των διαστάσεων των μονόλιθων εξετάστηκε χρησιμοποιώντας οπτικό μικροσκόπιο. Επιπλέον, πραγματοποιήθηκαν δοκιμές κάμψης τριών σημείων, καθώς και πειράματα νανοδιείσδυσης, για την αξιολόγηση της αντοχής, της σκληρότητας και της ολκιμότητας. Ως προς τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά, προσδιορίστηκαν οι δομικές ιδιότητες (ειδική επιφάνεια, πορώδες κλπ.) με ρόφηση/εκρόφηση Ν2, η κρυσταλλική δομή με περιθλασιμετρία ακτίνων Χ και η οξύτητα με πυριδίνη-υπέρυθρη φασματοσκοπία. Οι τρισδιάστατα εκτυπωμένες ζεολιθικές δομές θα δοκιμαστούν στην αντίδραση αφυδάτωσης μεθανόλης για παραγωγή DME. Τα αποτελέσματα της εργασίας αυτής καταδεικνύουν τη δυνατότητα χρήσης της τρισδιάστατης εκτύπωσης για την προετοιμασία καταλυτικών δομών με πλεονεκτήματα έναντι των συμβατικών μεθόδων σύνθεσης καταλυτών.

**ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ:** Τρισδιάστατη Εκτύπωση, Καταλύτες, CFD, Μονόλιθος, Ζεόλιθος.

**ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Το ερευνητικό έργο υποστηρίχτηκε από το Ελληνικό Ίδρυμα Έρευνας και Καινοτομίας (ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ.) στο πλαίσιο της Δράσης «1η Προκήρυξη ερευνητικών έργων ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ. για την ενίσχυση των μελών ΔΕΠ και Ερευνητών/τριών και την προμήθεια ερευνητικού εξοπλισμού μεγάλης αξίας» (Αριθμός Έργου: HFRI-FM17-62)

**ΑΝΑΦΟΡΕΣ**

 [1] Kotz, F., Risch, P., Helmer, D., Rapp, B., (2019). *Adv.* *Materials* 31 (26):1805982.