

IN-SITU ΣΥΝΘΕΣΗ ΖΕΟΛΙΘΟΥ ZSM-5 ΣΕ ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΑ ΕΚΤΥΠΩΜΕΝΟΥΣ ΜΟΝΟΛΙΘΟΥΣ α - Al_2O_3 ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΤΙΔΡΑΣΗ ΑΦΥΔΑΤΩΣΗΣ ΜΕΘΑΝΟΛΗΣ ΣΕ ΔΙΜΕΘΥΛΑΙΘΕΡΑ**Β. Κοΐδη^{1,2,*}, Σ. Κολτσακίδης¹, Σ. Καρακούλια², Δ. Τζέζης¹, Α.Α. Λάππας², Ε. Ηρακλέους^{1,2,*}**¹Σχολή Επιστήμης και Τεχνολογίας, Διεθνές Πανεπιστήμιο της Ελλάδος, Θεσσαλονίκη² Ινστιτούτο Χημικών Διεργασιών και Ενεργειακών Πόρων,

Εθνικό Κέντρο Έρευνας & Τεχνολογικής Ανάπτυξης, Θεσσαλονίκη - Θέρμη

[\(*vkoidi@certh.gr\)](mailto:*vkoidi@certh.gr)**ΠΕΡΙΛΗΨΗ**

Η ραγδαία πρόοδος της τεχνολογίας της τρισδιάστατης εκτύπωσης που σημειώνεται τα τελευταία χρόνια έχει οδηγήσει στην εφαρμογή της και στον τομέα της κατάλυσης, καθώς προσφέρει τη δυνατότητα για πολλαπλά σχεδιαστικά πλεονεκτήματα, όπως βελτιστοποιημένες γεωμετρίες για μεγιστοποίηση της καταλυτικής δράσης και βελτίωση στα φαινόμενα μεταφοράς μάζας και θερμότητας.

Η μελέτη αυτή εστιάζει στην ανάπτυξη όξινων δομημένων ζεολιθικών καταλυτών ενεργών στην αντίδραση αφυδάτωσης μεθανόλης προς διμεθυλαιθέρα (DME) με χρήση της τεχνολογίας τρισδιάστατης εκτύπωσης. Συγκεκριμένα, διερευνώνται οι φυσικοχημικές ιδιότητες και η καταλυτική δράση τρισδιάστατα εκτυπωμένου μονολίθου α -αλουμίνας στον οποίο πραγματοποιείται in-situ σύνθεση ζεολίθου ZSM-5 (3D_AIZSM5). Η ζεολιθική δομή επιλέχθηκε ως καταλύτης λόγω της υψηλής της οξύτητας^[1] και η α - Al_2O_3 ως φορέας για την υψηλή σταθερότητά της αλλά και την εξαιρετική της συμβατότητα για την ανάπτυξη της αργιλοπυριτικής δόμης.

Η τεχνολογία της άμεσης τρισδιάστατης εκτύπωσης για την παρασκευή του μονολίθου βασίστηκε στα ευρήματα προηγούμενης μελέτης^[2]. Αρχικά, παρασκευάζεται πάστα α - Al_2O_3 (διάλυμα Pluronic F-127 με απεσταγμένο νερό και 40%κ.ο. α - Al_2O_3) η οποία φορτώνεται στη σύριγγα 3D εκτυπωτή υψηλής ευκρίνειας για εκτύπωση μέσω της μεθόδου Direct Ink Writing. Οι τυπωμένοι μονόλιθοι πυρώνονται στους 1400°C και στη συνέχεια χρησιμοποιούνται ως υπόστρωμα για την in-situ ανάπτυξη του ενεργού κρυσταλλικού ζεολιθικού υλικού τύπου ZSM-5 μέσω της συνθετικής μεθόδου sol-gel υπό υδροθερμικές συνθήκες. Η καταλυτική συμπεριφορά του υλικού στην αντίδραση μελετήθηκε σε εύρος θερμοκρασιών και χρόνων παραμονής σε μονάδα συνεχούς λειτουργίας και υψηλής πίεσης εξοπλισμένη με αντιδραστήρες σταθερής κλίσης, ενώ υπεβλήθη σε φυσικοχημικούς χαρακτηρισμούς (BET, XRD, TPD-NH₃) προκειμένου να συσχετιστούν οι ιδιότητες με την απόδοση στην αντίδραση. Ως καταλύτης αναφοράς χρησιμοποιήθηκε τρισδιάστατα εκτυπωμένος μονόλιθος με σύσταση 60%κ.β. εμπορικό ζεόλιθο ZSM-5 και 40%κ.β. μπετονίτη ως συνδετικό υλικό^[2].

Τα πειράματα αξιολόγησης της καταλυτικής δράσης του 3D_AIZSM5 έδειξαν ότι στους 275°C ο καταλύτης επιτυγχάνει ~84% μετατροπή μεθανόλης (μέγιστη θερμοδυναμικά μετατροπή 87.5%) και 100% εκλεκτικότητα σε DME. Ο χαρακτηρισμός του υλικού με XRD κατέδειξε ότι η σύνθεση του ZSM-5 στο μονόλιθο αλουμίνας ήταν επιτυχής, με φόρτιση της τάξης του ~5%κ.β. Τα ευρήματα της εργασίας καταδεικνύουν ότι ο 3D_AIZSM5 είναι υποσχόμενος και η εν λόγω μέθοδος σύνθεσης οφείλει να διερευνηθεί περαιτέρω.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: Τρισδιάστατη Εκτύπωση, Διμεθυλαιθέρας (DME), μεθανόλη, αλουμίνα, ZSM-5**ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

[1] Bateni, H, Able, C, (2019). *Catal. Ind.*, 11, 7-33.

[2] Koltsakidis S, Koidi V, Lappas A, Heracleous E, and Tzetzis D, (2023). *Int. J. Adv. Manuf. Technol.*, 126, 1-13.