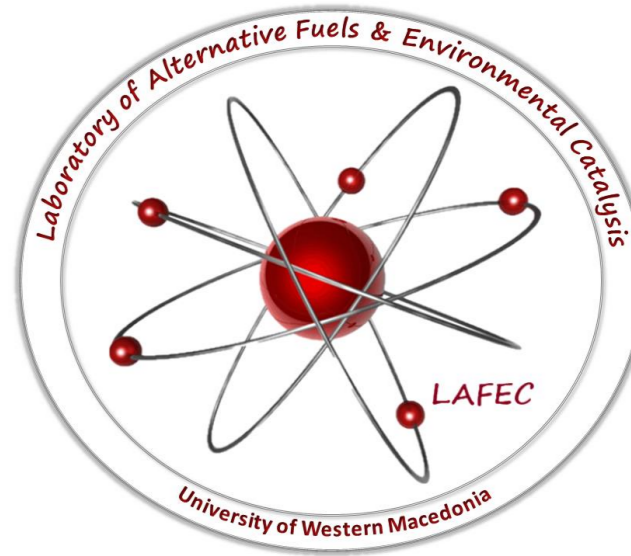


ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΠΕΡΟΒΣΚΙΤΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ ΣΤΗ ΔΙΕΡΓΑΣΙΑ ΤΗΣ ΕΚΛΕΚΤΙΚΗΣ ΚΑΤΑΛΥΤΙΚΗΣ

ΑΝΑΓΩΓΗΣ ΤΟΥ ΝΟ ΜΕ ΧΡΗΣΗ CO, H₂ ΚΑΙ ΗC ΩΣ ΑΝΑΓΩΓΙΚΩΝ ΜΕΣΩΝ



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

Θεοδωρίδης Γ.Ι.¹, Χαρισίου Ν.Δ.¹, Γεντεκάκης Γ.², Γούλα Μ.Α.¹

¹Τμήμα Χημικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας, Κοζάνη

²Τμήμα Μηχανικών Περιβάλλοντος, Πολυτεχνείο Κρήτης, Χανιά

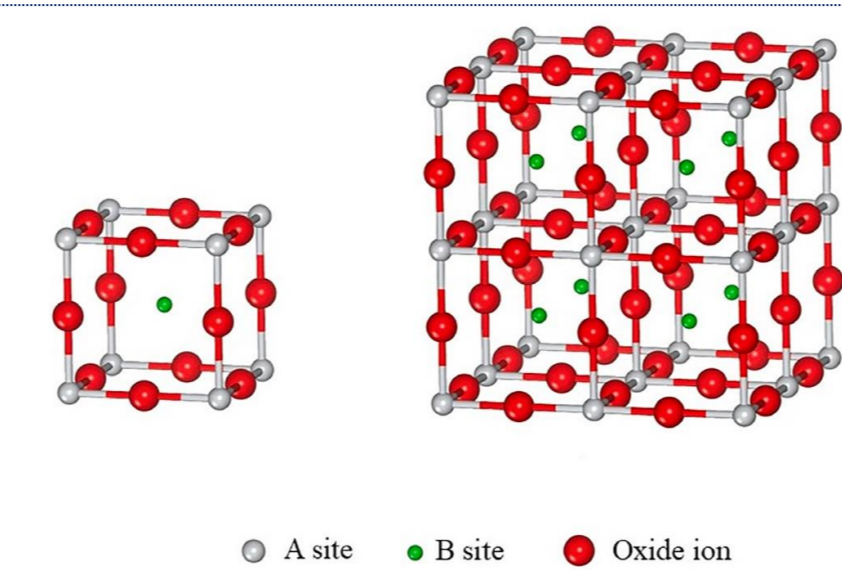
Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

Ένα ζήτημα μείζονος περιβαλλοντικής σημασίας και πιθανώς ένας από τους πιο απαιτητικούς τομείς στην ετερογενή κατάλυση είναι η αποτελεσματική μείωση των NO_x (NO + NO₂), του πρωταρχικού ρύπου των κινητών και των στατικών πηγών, σε N₂ αντί του ανεπιθύμητου παραπροϊόντος N₂O. Παρόλο που έχει επιτευχθεί μεγάλη πρόοδος, ορισμένα ζητήματα παραμένουν ανοιχτά για διερεύνηση, όπως η απαραίτητη χρήση σπάνιων και δαπανηρών καταλυτών Rh, η χαμηλή θερμική αντοχή και μικρή διάρκεια ζωής τους, όπως και η δυσκολία ανακύκλωσης των πολύτιμων μετάλλων, λόγω του υψηλού κόστους της εν λόγω διεργασίας. Οι περοβσκίτες έχουν το χημικό τύπο ABO₃ ή A₂BO₄, όπου τα Α και Β είναι διαφορετικά κατιόντα μετάλλων και το Ο είναι το ανιόν οξυγόνου. Θεωρούνται ως λειτουργικά υλικά με υψηλή θερμική και υδροθερμική σταθερότητα, ενώ μπορούν να έχουν διαφορετικές στοιχειομετρίες και κρυσταλλικές δομές. Επίσης, οι περοβσκίτες προσφέρουν τη δυνατότητα μεταβολής της οξειδωτικής τους κατάστασης, όπως και των κενών τους θέσεων οξυγόνου καθώς είναι δυνατό να αντικατασταθούν τα κατιόντα τους Α και / ή Β. Τέλος, τα εν λόγω υλικά έχουν μελετηθεί σε μεγάλο βαθμό για μια ποικιλία καταλυτικών εφαρμογών. Η εργασία που παρουσιάζεται εδώ παρέχει μια κριτική επισκόπηση των δημοσιευμένων εργασιών που υπάρχουν στη βιβλιογραφία και αναφέρονται στη χρήση καταλυτών τύπου περοβσκίτη στην εκλεκτική καταλυτική αναγωγή του ΝΟ χρησιμοποιώντας ως αναγωγικά μέσα το μονοξείδιο του άνθρακα (CO), το υδρογόνο (H₂) και διάφορους υδρογονάνθρακες (HC). Ιδιαίτερη προσοχή έχει δοθεί στις συνθήκες στις οποίες διεξήχθησαν τα πειράματα, στη σύσταση των αερίων μειγμάτων που χρησιμοποιήθηκαν, ενώ πραγματοποιείται και συγκριτική αξιολόγηση των αποτελεσμάτων που παρουσιάζονται στη βιβλιογραφία αναφορικά με την ενεργότητα και σταθερότητα των καταλυτών τύπου περοβσκίτη για την κάθε κατηγορία αναγωγικού μέσου.

		Περοβσκίτικού τύπου Καταλύτες		Συνθήκες Αντίδρασης					Απόδοση		
		NO (% ή ppm)	CO (% ή ppm)	O ₂ (%)	Άλλα αέρια	H ₂ O (%)	GHSV (ml g ⁻¹ h ⁻¹)	T (°C)	Μετατροπή NO (%)	Εκλεκτικότητα προς N ₂ (%)	
Li et al.	2020	5 %	10 %	-	-	-	60,000 ml g ⁻¹ h ⁻¹	400	100	100	
								400	95	87	
								400	88	67	
								400	73	48	
								400	68	65	
Bin et al.	2019	5 %	10 %	-	-	-	36,000 ml g ⁻¹ h ⁻¹	400	90	24	
								400	92	18	
								400	100	92	
								400	90	16	
								400	90	16	
Li et al.	2019	5 %	10 %	-	-	-	60,000 ml g ⁻¹ h ⁻¹	350	89	87	
								350	93	92	
								350	100	96	
								350	70	72	
								400	100	100	
Dong et al.	2018	5 %	10 %	-	-	-	60,000 ml g ⁻¹ h ⁻¹	400	100	100	
								400	95	66	
								400	88	76	
								400	75	68	
								400	92	87	
Albaladejo-Fuentes et al.	2016	3000 ppm	3000 ppm	-	-	-	12,000 ml g ⁻¹ h ⁻¹	400	88	86	
								400	84	93	
								400	70	85	
								400	40	82	
								400	100	96	
								400	98	93	
								400	96	88	
								400	90	95	
								425	94	96	
								425	76	82	
								425	84	92	
								425	80	91	
								425	94	96	
								425	92	95	
								425	98	98	
425	48	82									
Tarijmannejad et al.	2016	3000 ppm	3000 ppm	-	-	-	12,000 ml g ⁻¹ h ⁻¹	450	100	n/a	
								450	89	n/a	
								450	95	n/a	
								450	85	n/a	
								450	100	n/a	
								450	99	n/a	
								450	82	n/a	
Canu et al.	2016	4 %	4 %	-	-	-	1,000,000 ml g ⁻¹ h ⁻¹	400	95	n/a	
								400	100	n/a	
								400	70	n/a	
								400	5	n/a	
								400	5	n/a	

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η εργασία υλοποιήθηκε στο πλαίσιο της Δράσης Εθνικής Εμβέλειας «Διμερής και Πολυμερής Ε&Τ Συνεργασία Ελλάδας-Κίνας» και συγχρηματοδοτήθηκε από την Ευρωπαϊκή Ένωση και εθνικούς πόρους μέσω του Ε.Π. Ανταγωνιστικότητα, Επιχειρηματικότητα & Καινοτομία (ΕΠΑνεΚ) (κωδικός έργου: Τ7ΔΚΙ-00356).



● A site ● B site ● Oxide ion

Κρυσταλλική δομή περοβσκίτη (ABO₃)

		Περοβσκίτικού τύπου Καταλύτες		Συνθήκες Αντίδρασης					Απόδοση		
		NO (% ή ppm)	CO (% ή ppm)	O ₂ (%)	Άλλα αέρια	H ₂ O (%)	GHSV (ml g ⁻¹ h ⁻¹)	T (°C)	Μετατροπή NO (%)	Εκλεκτικότητα προς N ₂ (%)	
Huang et al.	2016	400 ppm	500 ppm	-	-	-	24,000 ml g ⁻¹ h ⁻¹	500	100	84	
								500*	30	n/a	
								400	57	n/a	
								500	92	81	
								500*	39	n/a	
								450	59	n/a	
								500	89	80	
								500*	76	n/a	
								500	74	n/a	
								500	50	70	
								500*	38	n/a	
								500	42	n/a	
								450	39	61	
								500*	29	n/a	
								450	42	n/a	
Albaladejo-Fuentes et al.	2017	3000 ppm	3000 ppm	-	-	-	12,000 ml g ⁻¹ h ⁻¹	350	84	n/a	
								350	38	n/a	
								350	28	n/a	
								350	84	n/a	
								350	90	n/a	
								350	96	n/a	
								350	92	n/a	
								350	95	n/a	
								350	84	n/a	
								350	95	n/a	

* = Μετά από 300 min

		Περοβσκίτικού τύπου Καταλύτες		Συνθήκες Αντίδρασης					Απόδοση		
		NO (% ή ppm)	H ₂ (% ή ppm)	O ₂ (%)	Άλλα αέρια	H ₂ O (%)	GHSV (ml g ⁻¹ h ⁻¹)	T (°C)	Μετατροπή NO (%)	Εκλεκτικότητα προς N ₂ (%)	
Chen et al.	2014	500 ppm	3.5 %	8 %	-	-	72,000 ml g ⁻¹ h ⁻¹	350	78	n/a	
								350	82	n/a	
								350	98	n/a	
								350	92	n/a	
								350	88	n/a	

		Περοβσκίτικού τύπου Καταλύτες		Συνθήκες Αντίδρασης					Απόδοση		
		NO (% ή ppm)	HC (% ή ppm)	O ₂ (%)	Άλλα αέρια	H ₂ O (%)	τ (s) ή GHSV (ml g ⁻¹ h ⁻¹)	T (°C)	Μετατροπή NO (%)	Εκλεκτικότητα προς N ₂ (%)	
Dacquin et al.	2019	1000 ppm	3000 ppm (CH ₃ OH)	8 %	-	-	63,000 ml g ⁻¹ h ⁻¹	500	100	n/a	
								500	94	n/a	
								500	68	n/a	
Zhou et al.	2018	1000 ppm	1200 ppm (CH ₄)	-	-	-	2.2 s	1.0 s	800	72	
								1.6 s	800	80	
								2.2 s	800	82	
								600	5	n/a	
								700	38	n/a	
								800	96	n/a	
								900	60	n/a	