

## Χρήση ορυκτών ως φορέων οξυγόνου στην διεργασία καύσης με χημική ανάδραση (Chemical Looping Combustion).

Αντιγόνη Εύδου<sup>1,2</sup>, Ewelina Kserko<sup>3</sup>, Βασίλης Ζασπάλης<sup>1,2</sup>, Λώρη Ναλμπαντιάν<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Εργαστήριο Ανόργανων Υλικών, Ινστιτούτο Χημικών Διεργασιών και Ενεργειακών Πόρων, Εθνικό Κέντρο Έρευνας και Τεχνολογικής Ανάπτυξης, 6<sup>ο</sup> χλμ οδού Χαριλάου – Θέρμης, Τ.Θ. 60361, Τ.Κ. 57001, Θέρμη, Θεσσαλονίκη

<sup>2</sup>Εργαστήριο Τεχνολογίας Υλικών, Τμήμα Χημικών Μηχανικών, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, 54124, Θεσσαλονίκη

<sup>3</sup>Institute for Chemical Processing of Coal, 1 Zamkowa, 41-803 Zabrze, Poland

Μια πολλά υποσχόμενη τεχνολογία για την μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub> από την καύση ορυκτών καυσίμων είναι η διεργασία της καύσης με χημική ανάδραση (Chemical Looping Combustion, CLC) [1]. Η τεχνολογία CLC χρησιμοποιεί, για την οξείδωση των καυσίμων, αντί του ατμοσφαιρικού αέρα, οξυγόνο που αποδίδεται από ένα στερεό υλικό. Το πιο σημαντικό πλεονέκτημα είναι ότι το παραγόμενο CO<sub>2</sub>, δεν είναι αναμεμιγμένο με άλλα καυσαέρια, ούτε με άζωτο και επομένως δεν απαιτείται οποιαδήποτε διεργασία για το διαχωρισμό του.

Η κύρια πρόκληση στην τεχνολογία της καύσης με χημική ανάδραση (διεργασία CLC: Chemical Looping Combustion) είναι η ανεύρεση ενός οικονομικού υλικού προς χρήση του ως φορέα οξυγόνου. Το υλικό αυτό θα πρέπει να είναι διαθέσιμο σε μεγάλες ποσότητες και να εμφανίζει υψηλή ικανότητα μεταφοράς οξυγόνου, υψηλή δραστικότητα στην αντίδραση οξείδωσης του καυσίμου, καθώς και αντοχή σε μεγάλο αριθμό οξειδο-αναγωγικών κύκλων, χωρίς σημαντική υποβάθμιση των φυσικών του ιδιοτήτων αλλά και απώλειας στην απόδοσή του. Από τη στιγμή που η τεχνολογία CLC απαιτεί σημαντικές ποσότητες φιλικών προς το περιβάλλον οξειδίων ως φορείς οξυγόνου, η ανάπτυξη αποδοτικών υλικών μεταφοράς οξυγόνου που θα βασίζονται σε φυσικά ορυκτά φαίνεται εξαιρετικά επωφελής [2].

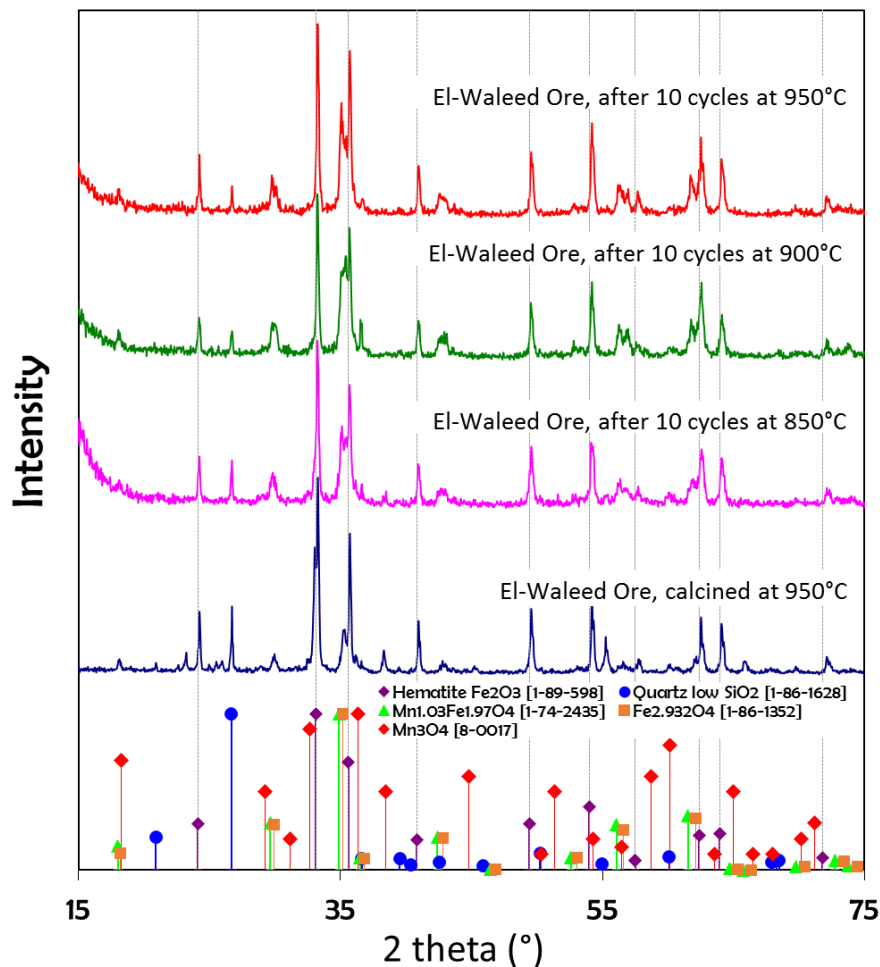
Στην παρούσα εργασία μελετάται η απόδοση ορυκτών υλικών με μεγάλη περιεκτικότητα σε Fe και Mn ως προς την ικανότητα μεταφοράς οξυγόνου (Oxygen Transfer Capacity, OTC), την δραστικότητά τους στην μετατροπή του CH<sub>4</sub>, την εκλεκτικότητά τους προς CO και H<sub>2</sub>, αλλά και τη σταθερότητά τους μετά από επαναλαμβανόμενους οξειδοαναγωγικούς κύκλους. Η ικανότητα των παραπάνω δειγμάτων να διατηρούν σταθερή συμπεριφορά μετά από έναν μεγάλο αριθμό διαδοχικών οξειδοαναγωγικών κύκλων δοκιμάσθηκε σε μια εργαστηριακή μονάδα σταθερής κλίνης. Χρησιμοποιήθηκε μεθάνιο ως αέριο καύσιμο, κατά το στάδιο οξείδωσης καυσίμου, ενώ η ακόλουθη επανοξείδωση των στερεών ορυκτών πραγματοποιήθηκε με τροφοδοσία αέριου οξυγόνου. Αρχικά η σταθερότητα των υλικών αξιολογήθηκε κατά τη διάρκεια 5-10 διαδοχικών κύκλων, που αποτελούνταν από ένα στάδιο ενεργοποίησης-αναγέννησης και ένα στάδιο οξείδωσης του στερεού. Όλα τα δείγματα εμφάνισαν την ικανότητα να προσφέρουν το πλεγματικό οξυγόνο τους στο καύσιμο και να μπορούν να το ανακτούν ως ένα βαθμό, παρουσία οξυγόνου.

Τα ορυκτά υλικά Fe-Mn, από την Αίγυπτο (El Waleed), έχουν ικανότητα μεταφοράς οξυγόνου (Oxygen Transfer Capacity, OTC) (0.35-1 % κ.β.), μέγιστη δραστικότητα στην μετατροπή του

---

\* Λώρη Ναλμπαντιάν, Τηλ.: +30 2310 498142, Fax: +30 2310 498131, E-mail: [nalbanti@cperi.certh.gr](mailto:nalbanti@cperi.certh.gr)

CH<sub>4</sub> που φτάνει το 50% αλλά και μέγιστες εκλεκτικότητες προς CO και H<sub>2</sub>, οι οποίες φτάνουν το 20 και 8% αντίστοιχα.



**Διάγραμμα 1.** Ακτινογραφήματα XRD του ορυκτού El-Waleed μετά την πύρωση σε θερμοκρασία 950°C και μετά από 10 κύκλους redox σε θερμοκρασίες 850-950°C.

Όλα τα υλικά χαρακτηρίστηκαν πλήρως για τη μέτρηση των κρίσιμων φυσικοχημικών χαρακτηριστικών τους (χημική σύσταση, ταυτοποίηση κρυσταλλικών φάσεων, ειδική επιφάνεια). Τέλος, τα υλικά χαρακτηρίστηκαν και μετά τη χρήση τους με τις τεχνικές XRD (Διάγραμμα 1) και SEM-EDS για την περαιτέρω διερεύνηση αλλαγών στις φυσικοχημικές τους ιδιότητες, ως αποτέλεσμα των πολλαπλών οξειδοαναγωγικών κύκλων.

#### ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Adanez J., Abad A., Garcia-Labiano F., Gayan P. , de Diego L.F., 2012, "Progress in Chemical-Looping Combustion and Reforming technologies", Progress in Energy and Combustion Science, 38, p.p. 215-282
- [2] Fossdal A., , Bakken E., Øye B.A., Schøning C., Kaus I., Mokkalbost T., Larring Y., 2011, "Study of inexpensive oxygen carriers for chemical looping combustion", International Journal of Greenhouse Gas Control, 5, pp.483-488