

## ΜΕΛΕΤΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΜΠΕΛΙΤΙΚΩΝ ΘΕΙΟΑΛΟΥΜΙΝΙΚΩΝ ΤΣΙΜΕΝΤΩΝ ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΤΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ ΕΝΥΔΑΤΩΣΗΣ

**Β. Χατζημιχαήλ<sup>1\*</sup>, Δ. Κουμπούρη<sup>2,3</sup>, Δ. Μιχαηλίδης<sup>3</sup>, Μ. Σ. Κατσιώτης<sup>3</sup>, Β. Κυλίκου<sup>2</sup>, Μ. Μπεάζη-Κατσιώτη<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Σχολή Χημικών Μηχανικών, ΕΜΠ, Αθήνα, Ελλάδα

<sup>2</sup>Ινστιτούτο Νανοεπιστήμης και Νανοτεχνολογίας, ΕΚΕΦΕ Δημόκριτος, Αθήνα, Ελλάδα

<sup>3</sup>Α.Ε. Τσιμέντων TITAN, Αθήνα, Ελλάδα

(\*[ch13065@central.ntua.gr](mailto:ch13065@central.ntua.gr))

### ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παραγωγή τσιμέντου είναι μία από τις πιο ενεργοβόρες διεργασίες, η οποία συμβάλλει στην εκπομπή σημαντικών ποσοτήτων αερίων του θερμοκηπίου. Οι βιομηχανίες τσιμέντου, με την παραγωγή του κοινού τσιμέντου Portland (Ordinary Portland Cement - OPC), συμμετέχουν σε ποσοστό 5-8% στις συνολικές ανθρωπογενείς εκπομπές CO<sub>2</sub> στο περιβάλλον <sup>[1]</sup>, λόγω: α) της διάσπασης του ανθρακικού ασβεστίου, βασική αντίδραση που λαμβάνει χώρα κατά την παραγωγή τσιμέντου και β) της χρήσης καυσίμων για την παραγωγή της απαιτούμενης ενέργειας. Τα μπελιτικά θειοαλουμινικά τσιμέντα (Belite Calcium Sulfo-Aluminate - BCSA) έχουν τη δυνατότητα να ελαττώσουν σημαντικά το περιβαλλοντικό και ενεργειακό αποτύπωμα του τσιμέντου με παράλληλα ισοδύναμες ή βελτιωμένες ιδιότητες σε σύγκριση με το OPC <sup>[1-3]</sup>. Στην παρούσα εργασία πραγματοποιήθηκε παραγωγή μπελιτικού θειοαλουμινικού τσιμέντου σε διαφορετικές συνθήκες έψησης και μελετήθηκε η ανάπτυξη της ορυκτολογικής του σύστασης καθώς και η υπολογιστική προσομοίωση της ενυδάτωσής του με βάση το θερμοδυναμικό μοντέλο του προγράμματος GEMS.

Για την παραγωγή του κλίνκερ χρησιμοποιήθηκαν βιομηχανικές πρώτες ύλες, συγκεκριμένα ασβεστόλιθος, σχιστόλιθος, βωξίτης και γύψος. Ο σχεδιασμός του μίγματος των πρώτων υλών για τον σχηματισμό των απαιτούμενων ορυκτολογικών φάσεων έγινε με χρήση των τροποποιημένων εξισώσεων του Bogue που αφορούν το σύστημα φάσεων CaO – SiO<sub>2</sub> – Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – SO<sub>3</sub>. Ακολούθησε έψηση του μίγματος πρώτων υλών σε τέσσερις διαφορετικές θερμοκρασίες 1270°, 1300°, 1320° και 1340°C. Ο προσδιορισμός της ορυκτολογίας των παραγόμενων κλίνκερ πραγματοποιήθηκε με περιθλασιμετρία ακτίνων Χ (XRD) καθώς και ημιποσοτική ορυκτολογική ανάλυση με τη μέθοδο Rietveld, με τη χρήση του λογισμικού TOPAS® (Bruker-AXS). Βάσει της ορυκτολογικής ανάλυσης και του λογισμικού πακέτου GEMS (Gibbs Energy Minimization Software) πραγματοποιήθηκε υπολογιστική προσομοίωση της επίδρασης προσθήκης γύψου και ανυδρίτη σε περιεκτικότητα 0% έως 20% κ.β, ενώ παράλληλα προσομοιώθηκε και μελετήθηκε η διαφορετική αναλογία νερού/τσιμέντου στην ανάπτυξη των προϊόντων ενυδάτωσης των παραγόμενων τσιμέντων.

### ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Gartner E. (2004). *Cem. Concr. Res.*, 34:1489–1498.
- [2] Barcelo L, Kline J, Walenta G, Gartner E. (2014). *Mater. Struct.*, 47:1055–1065.
- [3] Gartner E, Sui T. (2018). *Cem. Concr. Res.*, 114:27-39.