

ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΣΚΩΡΙΑΣ ΗΛΕΚΤΡΟΚΑΜΙΝΩΝ

Ε. Φρογουδάκης, Υ. Κυριλλίδη

Γ.Μ.Μ. ΑΕ ΛΑΡΚΟ, Διεύθυνση Έρευνας & Ανάπτυξης, Λ. Αμαλίας 20, 10557 Αθήνα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ: Στο παρόν άρθρο παρουσιάζονται οι μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί στην Γενική Μεταλλευτική και Μεταλλουργική Α.Ε. ΛΑΡΚΟ και τα αποτελέσματά τους, σε σχέση με την αξιοποίηση της σκωρίας των ηλεκτροκαμίνων (σκωρία Η/Κ) ως πρώτη ύλη σε διάφορες εφαρμογές. Η σκωρία Η/Κ που παράγεται κατά την δραστηριότητα του εργοστασίου στη Λάρυμνα και φτάνει περίπου τους 2 εκατομμύρια τόνους ετησίως, υποχρεώνει την Εταιρεία να αναπτύξει καινοτόμες τεχνολογίες για την διαχείρισή της. Μέχρι τώρα, κάποιες ποσότητες σκωρίας Η/Κ έχουν αξιοποιηθεί είτε στην τσιμεντοβιομηχανία, είτε ως υλικό αμμοβολής. Η τεχνολογία που έχει αναπτυχθεί εισάγει καινούργιες βιομηχανικές εφαρμογές, οι οποίες δίνουν την δυνατότητα για την εμπορική εκμετάλλευση αυτού του μεταλλουργικού παραπροϊόντος και για την ελαχιστοποίηση των επιδράσεων στο περιβάλλον που προκύπτουν από δραστηριότητες σχετιζόμενες με την παραγωγή νικελίου.

Τα κύρια πλεονεκτήματα θα ήταν η ελαχιστοποίηση του περιβαλλοντικού φορτίου λόγω της απόθεσης της σκουριάς και η πλήρης εναρμόνιση με τους σχετικούς κανονισμούς. Επιπροσθέτως, η πλήρης χρήση της σκωρίας Η/Κ ως υποκατάστατο των αδρανών θα ευνοούσε το περιβάλλον σημαντικά, αφού θα έπρεπε να εξορυχτούν λιγότερα πρωτογενή υλικά όπως τα ασβεστολιθικά αδρανή, με κέρδος την περιορισμένη αλλοίωση του τοπίου και την μειωμένη κατανάλωση της ενέργειας για την κατασκευαστική και κεραμική βιομηχανία.

Οι μελέτες που πραγματοποιήθηκαν και έδωσαν επιτυχή αποτελέσματα αφορούν:

1. την χρήση της σκουριάς (60%, +0.5 -1.5) σαν υλικό αμμοβολής
2. την χρήση της σκουριάς σαν αδρανές πρόσθετο στο σκυρόδεμα υψηλής αντοχής σε αντικατάσταση των ασβεστολιθικών αδρανών
3. την χρήση της σκουριάς σαν πρόσθετο στο τσιμέντο Portland, λόγω των υδραυλικών ιδιοτήτων της
4. σκουριάς, αντί των ασβεστολιθικών αδρανών, στο ισχνό τσιμέντο για την κατασκευή της υπόβασης των δρόμων
5. την χρήση της σκουριάς για την παραγωγή αντιολισθηρού ασφαλτομίγματος αντικαθιστώντας 100% τα ασβεστολιθικά αδρανή, καθώς και
6. την χρήση της σκουριάς στην παραγωγή αντιολισθηρών πλακών πεζοδρόμησης.

Επίσης, περιγράφονται και άλλες μελέτες για την σκουριά με ελπιδοφόρα αποτελέσματα, όπως:

1. την χρήση της σαν πρόσθετο για κατασκευή οικοδομικών υλικών, όπως τούβλα και κεραμίδια, με αύξηση της μηχανικής αντοχής τους έως και 40% χωρίς παράλληλη αύξηση της θερμοκρασίας έψησης
2. την χρήση της στην παραγωγή πυρίμαχων τούβλων για τζάκια ή θερμοσυσσωρευτές
3. την χρήση της σε πυρίμαχες μάζες Fetling για μεταλλουργικούς φούρνους τήξης και τέλος
4. την χρήση της στην παραγωγή υψηλής αντοχής αλουμινούχου τσιμέντου.

Λέξεις κλειδιά: σκωρία, παραπροϊόντα, ανακύκλωση, κατασκευή δρόμων, τσιμέντο, υλικά κατασκευών, μεταλλουργία νικελίου, χρήση σκωρίας ηλεκτρικών καμίνων, διαχείριση αποβλήτων

UTILIZATION OF ELECTRIC ARC FURNACE SLAG

E. Frogoudakis, Y. Kirillidi

G.M.M. S.A. LARCO, Research and Development Dept., Amalias 20, 10557 Athens

ABSTRACT: This report presents research carried out by General Mining and Metallurgical S.A. LARCO regarding the utilization of Electric Arc Furnace slag (EAF-slag) as raw material in various applications. EAF slag is a by-product of the production process at Larymna plant that averages about 2 million tones per year and drives the company to develop innovative technology for its utilization. Until now some amount of EAF-slag has been used either in the cement industry or as sandblast material. The technology developed shows the possibility of new industrial applications, which allow for a commercial utilization of this metallurgical by-product and also for the minimization of the environmental impact deriving from activity related to nickel production.

Keywords: slag, by-products, recycling, pavement construction, cement, building materials, nickel metallurgy, EAF-slag utilization, waste management.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Κατά την παραγωγή σιδηρονικελίου της ΛΑΡΚΟ, παράγονται δύο είδη σκωρίας: η σκωρία Ηλεκτροκαμίνων και η σκωρία Μεταλλακτών. Και οι δύο είναι ανακυκλώσιμες, αλλά σ' αυτό το άρθρο παρουσιάζονται οι μελέτες για τις χρήσεις της σκωρίας Ηλεκτροκαμίνων. Περίπου 2 εκατομμύρια τόνοι σκουριάς παράγονται ετησίως από τις ηλεκτρικές καμίνους στο μεταλλουργικό εργοστάσιο παραγωγής σιδηρονικελίου στη Λάρυμνα. Αυτή η ποσότητα αντιστοιχεί στο 90-95% της συνολικής ετήσιας τροφοδοσίας σε μέταλλευμα. Εξ' αιτίας της τεράστιας ποσότητας της παραγόμενης σκωρίας η ΛΑΡΚΟ εκπονεί έρευνα τα τελευταία 10 χρόνια για τις διαφορετικές δυνατότητες χρήσης της. Η χρήση κάποιων ποσοτήτων της σκωρίας σαν υλικό αμμοβολής (60%, +0.5 -1.5), έχει μειώσει το πρόβλημα διάθεσης αλλά όχι στα επιθυμητά επίπεδα. Ακόμη το μεγαλύτερο μέρος της θα απορρίπτεται στην θάλασσα μέχρι και το 2006, ενώ η χερσαία απόθεση σε μελετημένο χώρο κοντά στο εργοστάσιο έχει αποφασιστεί ότι θα είναι η πρακτική διαχείριση από το τέλος του 2006 και έπειτα. Συνεπώς, νέοι τρόποι πρέπει να βρεθούν για την αντιμετώπιση της όλο και αυξανόμενης παραγωγής ενός τέτοιου υλικού. Νέες μέθοδοι ανακύκλωσης της σκωρίας επιβάλλονται πια και χρειάζεται να μελετηθούν για να αποδειχθεί ότι είναι περιβαλλοντικά φιλικές και προωθούν την έννοια της αειφορίας.

Από την άλλη μεριά, οι παραδοσιακές πρώτες ύλες που χρησιμοποιούνται στην κατασκευή των δρόμων και σε άλλα οικοδομικά προϊόντα είναι φυσικό χαλίκι και σκύρα. Και τα δύο είναι υλικά πρωτογενή που εξορύσσονται από μη ανανεώσιμους φυσικούς πόρους. Όταν αυτοί αξιοποιηθούν δεν θα υπάρχουν άλλοι διαθέσιμοι. Το φαινόμενο μείωσης των φυσικών πόρων και η καταστροφή του φυσικού περιβάλλοντος επιβάλλουν την ανακύκλωση βιομηχανικών παραπροϊόντων όπως η σκουριά της ΛΑΡΚΟ σε διάφορες εφαρμογές με αντικατάσταση των πρωτογενών υλικών.

Η Σκωρία Ηλεκτροκαμίνων με τον τρόπο που ψύχεται, με καταιονισμό θαλασσινού νερού, έχει μέγεθος κόκκων -5mm και αυξημένο πορώδες. Στον Πίνακα 1 δίνεται ενδεικτική χημική ανάλυση της Σκωρίας Ηλεκτροκαμίνων.

Πίνακας 1. Ενδεικτική χημική ανάλυση της Σκωρίας Ηλεκτροκαμίνων

FeO	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	CaO	Al ₂ O ₃	MgO	Cr ₂ O ₃	Ni
36-43%	1-6%	34-36%	2-5%	7-12%	2-5%	2-3%	0,10-0,15%

Η χρήση τέτοιων υλικών όπως η σκουριές, είναι ευρέως διαδεδομένη στον κατασκευαστικό τομέα σ' ολόκληρη την Ευρώπη και η τάση είναι όλες οι σκωρίες να χαρακτηρίζονται παραπροϊόντα. Αν και η σκουριά της ΛΑΡΚΟ έχει χαρακτηριστεί ως «μη επικίνδυνη» και «μη αδρανής» στην εθνική νομοθεσία, η ελληνική αγορά δεν είναι ακόμα ανοικτή στην χρήση παραπροϊόντων όπως η σκουριές ως υποκατάστατα των οικοδομικών πρώτων υλών. Η εθνική και η ευρωπαϊκή νομοθεσία διαφέρουν σε αρκετά σημεία, τα οποία πρέπει να οριστούν και να διευθετηθούν. Το άρθρο αυτό αποτελεί μέρος μιας προσπάθειας που πραγματοποιείται προς την κατεύθυνση των βημάτων που η ελληνική πλευρά πρέπει να κάνει ώστε να αναβαθμιστούν οι κανονισμοί που αφορούν την κατασκευή και να υιοθετηθούν οι χρήσεις των μεταλλουργικών σκωριών.

Η ΛΑΡΚΟ έχει εκπονήσει σημαντική έρευνα, κυρίως μέσα στα πλαίσια Ευρωπαϊκών και Εθνικών ερευνητικών προγραμμάτων. Κάποια από αυτά είναι:

1. «Δυνατότητες εμπορικής αξιοποίησης σκουριάς ηλεκτροκαμίνων της Λάρκο» (ΠΑΒΕ 92ΒΕ253) Συνολικός προϋπολογισμός: 69.300 Ευρώ – Ανάδοχος φορέας: Γ.Μ.Μ. ΑΕ ΛΑΡΚΟ. Σ' αυτό το ερευνητικό έργο οι εργαστηριακές και πιλοτικές δοκιμές επαλήθευσαν την δυνατότητα χρήσης της σκουριάς σαν πρώτη ύλη για την παραγωγή προϊόντων κατασκευών, 1994 και 2000.

2. «Συμπαγωγή αλουμινούχου τσιμέντου υψηλών προδιαγραφών και ειδικών σιδηροκραμάτων από επιτόπια παραγόμενα μεταλλουργικά απορρίμματα (ρευστές σκωρίες κλπ) και εγχώριες πρώτες ύλες» (ΕΠΕΤ II). Συνολικός προϋπολογισμός: 927.000 Ευρώ – Ανάδοχος φορέας: Γ.Μ.Μ. ΑΕ ΛΑΡΚΟ. Ο κύριος στόχος του έργου ήταν η ανάπτυξη μιας διεργασίας για την ταυτόχρονη παραγωγή τσιμέντου υψηλών προδιαγραφών και ειδικών σιδηροκραμάτων, από εγχώριες πρώτες ύλες και από επιτόπια παραγόμενα μεταλλουργικά και μεταλλευτικά απορρίμματα, δηλαδή η ανάπτυξη νέων υλικών για την κατασκευαστική βιομηχανία με εφαρμογή νέων μεθόδων παραγωγής. Αναζητείται τεχνητή λύση χειρισμού της ζεστής σκωρίας των Η/Κ της ΛΑΡΚΟ προκειμένου να ωφεληθούμε της ενέργειας αυτής, ώστε σε ενδεχόμενη ίδρυση βιομηχανικής παραγωγής αλουμινούχου τσιμέντου, να υπάρχει δυνατότητα παραγωγής του με ανταγωνιστικό κόστος.

3. «Ανάπτυξη συστήματος συνολικής διαχείρισης και αξιοποίησης των στερεών αποβλήτων της ΛΑΡΚΟ» (ΕΠΕΤ 98 ΒΙΑ 5). Συνολικός προϋπολογισμός: 616.287 Ευρώ – Ανάδοχος φορέας: Γ.Μ.Μ. ΑΕ ΛΑΡΚΟ. Αντικείμενο του έργου ήταν η ανάπτυξη ενός ολοκληρωμένου συστήματος διαχείρισης και αξιοποίησης της σκουριάς της ηκετροκαμίνου της ΛΑΡΚΟ. Το σύστημα περιλαμβάνει εκτός από τις χρήσεις της σκουριάς ηλεκτροκαμίνων, την αλλαγή του τρόπου στερεοποίησής της ώστε να παράγεται υλικό κατάλληλο για χρήση σε αντιστοιχιστούς τάπητες, υλικό για το οποίο υπάρχει σημαντική ζήτηση. Λόγω των επενδύσεων των τελευταίων χρόνων στο Μεταλλουργικό Συγκρότημα (εκσυγχρονισμός ηλεκτροκαμίνων) και μετά την ολοκλήρωσή τους θα αναζητηθούν οι κατάλληλοι χώροι στο χώρο του εργοστασίου και στην γειτονία των Η/Κ για την παραγωγή σκωρίας Η/Κ βραδείας ψύξης ώστε να αξιοποιηθούν τα αποτελέσματα της.

ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΔΡΟΜΩΝ & ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ

Σκωρία ταχείας ψύξεως

Η σημερινή εμπειρία έχει δείξει ότι η σκωρία που ψύχεται βραδέως και προέρχεται από κάμινο με αέρα υπό πίεση χρησιμοποιείται ευρέως στο σκυρόδεμα με τσιμέντο Portland, σε ασφαλτικό σκυρόδεμα, στην άσφαλτο και την υπόβαση δρόμων στις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής. Στην Αλαμπάμα χρησιμοποιείται σε ασφαλτικό σκυρόδεμα για κατασκευή πεζοδρομίων. Έχει ήδη αποδειχθεί ότι αυτού του είδους η σκουριά σε αντικατάσταση των αδρανών, έχει καλύτερες μηχανικές ιδιότητες σε σύγκριση με τα παραδοσιακά φυσικά αδρανή υλικά, όπως είναι το χαλίκι και ο τριμμένος ασβεστόλιθος που χρησιμοποιούνται στην κατασκευή κτιρίων και δρόμων. Στον Καναδά η σκωρία από την παραγωγή χάλυβα χρησιμοποιείται σε μεγάλη κλίμακα στην πλήρωση δρόμων.

Η ΛΑΡΚΟ έχει ξεκινήσει ένα πιλοτικό πρόγραμμα για την παρουσίαση δύο πιθανών χρήσεων της σκωρίας Η/Κ, στην κατασκευή δρόμων: σαν πρώτη ύλη που αντικαθιστά όλα τα αδρανή στην υπόβαση των δρόμων και σαν μίγμα στην επιφανειακή στρώση των δρόμων. Αυτό θα καταλήξει στην υποκατάσταση των φυσικών πρώτων υλών, τα οποία επί του παρόντος χρησιμοποιούνται στην βιομηχανία κατασκευής δρόμων. Όλη η συσσωρευμένη γνώση και η εμπειρία που έχει αποκτηθεί θα ωφελήσει τις εταιρείες παραγωγής σιδηρονικελίου, την εγχώρια και παγκόσμια βιομηχανία κατασκευής δρόμων, καθώς και την μεταλλουργική βιομηχανία γενικότερα και θα ενθαρρύνει την ανακύκλωση των παραπροϊόντων στο μέλλον. Οι μεταλλευτικές και κατασκευαστικές βιομηχανίες θα μπορούσαν μέσα από συνεργασίες να αξιοποιήσουν την εμπειρία που θα αποκτηθεί από το ερευνητικό αυτό πρόγραμμα για την ανακύκλωση της σκωρίας Η/Κ. Τα οφέλη που θα προκύψουν θα βοηθήσουν:

- Τις μεταλλουργικές βιομηχανίες να λύσουν το πρόβλημα της απόθεσης της παραγόμενης σκουριάς
- Τις εταιρείες κατασκευής δρόμων να μειώσουν το κόστος πρώτων υλών

- Όλους του εμπλεκόμενους να βελτιώσουν το επιστημονικό και τεχνικό τους επίπεδο

Παρόμοια οφέλη θα προκύψουν και για άλλες χώρες όταν θα διαχυθεί η τεχνογνωσία από το πρόγραμμα.

Σκωρία βραδείας ψύξεως

Από τους ηλεκροκλιβάνους η σκουριά εξέρχεται μέσω υδρόψυκτου αγωγού και προσπίπτει σε ρευστή κατάσταση κάθετα σε θαλασσινό νερό, όπου ψύχεται ακαριαία και κοκκοποιείται σε άμορφη κατάσταση. Η απότομη ψύξη γίνεται από τους 1200-1400 °C σε θερμοκρασία περιβάλλοντος. Το στερεό υλικό έχει κοκκομετρία 0-5 mm ενώ οι κόκκοι είναι πορώδεις. Συνεπώς, η νέα προσπάθεια ήταν η διαφοροποίηση του τρόπου στερεοποίησης της ρευστής σκωρίας με βραδεία ψύξη, ώστε τα χονδρομερή να μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν αδρανές προσθετικό υλικό στο υψηλής αντοχής σκυρόδεμα, ενώ το ψιλομερές κλάσμα που προκύπτει μετά την λειοτρίβηση και την ταξινόμηση είναι κατάλληλο για χρήση σαν αντιολισθηρό υλικό σε ασφαλτόστρωση δρόμων ή στην κατασκευή αντιολισθηρών πλακών πεζοδρομίου. Η ρευστή σκωρία χύθηκε σε όρυγμα βάθους 40 cm και το υλικό δοκιμάστηκε για τις αντιολισθηρές του ιδιότητες. Οι δοκιμές απέδειξαν ότι η σκωρία H/K βραδείας ψύξης είναι απόλυτα κατάλληλο υλικό για αυτές τις χρήσεις, λόγω των δραματικά αυξημένων μηχανικών ιδιοτήτων της και της μικρής απώλειας υλικού (Los Angeles Test) (G.M.M. SA Larco and Hellenic Center of Fire-proof Materials Research S.A., 2001).

ΤΣΙΜΕΝΤΟ

Τσιμέντο Portland

Από την δεκαετία του '70, οι ελληνικές τσιμεντοβιομηχανίες χρησιμοποιούσαν την σκωρία H/K της ΛΑΡΚΟ μετά από λειοτρίβηση σαν προσθετικό υλικό στο τσιμέντο Portland λόγω των υδραυλικών της ιδιοτήτων. Ωστόσο, αυτή η χρήση ουσιαστικά σταμάτησε το 2002, όταν εκδόθηκαν τα καινούργια πρότυπα για το τσιμέντο. Σύμφωνα με αυτά, ο εν λόγω τύπος σκωρίας αποκλείστηκε από την λίστα των πιθανών προσθετικών υλικών για την εγχώρια παραγωγή τσιμέντου. Στην επόμενη αναθεώρηση των Ευρωπαϊκών Προτύπων θα πρέπει να γίνει προσπάθεια για τη ένταξη της σκωρίας H/K στην λίστα.

Υψηλής αντοχής αλουμινούχο τσιμέντο

Η χρήση της σκωρίας H/K στην παραγωγή αλουμινούχου τσιμέντου υψηλών προδιαγραφών (High Alumina Cement - HAC) διερευνήθηκε με εργαστηριακές και πιλοτικές δοκιμές. Η διαδικασία που ακολούθησε αφορούσε αναγωγική τήξη των μιγμάτων σκωρίας με εγχώριο βωξίτη διασπορικού τύπου (χαμηλής μεταλλουργικής αξίας) και ασβεστόλιθου (παραπροϊόντα εξόρυξης λατερίτη). Οι εργαστηριακές δοκιμές βοήθησαν στον προσδιορισμό τις κύριες παραμέτρους της διεργασίας, σχετικά με τις αναλογίες πρώτων υλών, την κινητική της αναγωγής και τον ρυθμό απόψυξης του προϊόντος. Προέκυψε ότι περιεκτικότητα σε MgO μικρότερη από 5% δεν επιδρά στις ιδιότητες του HAC. Επιπροσθέτως, η παρουσία άνθρακα στο λουτρό μεταλλικού σιδήρου είναι αναγκαία για την επαρκή αναγωγή του FeOx από τη σκουριά. Τα προϊόντα των εργαστηριακών δοκιμών ανέπτυξαν αντοχή σε θλίψη κοντά σε εκείνη HAC. Οι πιλοτικές δοκιμές πραγματοποιήθηκαν σε Ηλεκτρική Κάμινο Τόξου 5t και παρηχθησαν 4t σκουριάς.

Τα κύρια συμπεράσματα από τις πιλοτικές δοκιμές ήταν:

- α) Η επένδυση από μαγνησίτη δεν είναι κατάλληλη λόγω της φθοράς της που οδηγεί σε αύξηση του MgO στην τελική σκουριά και

β) Η απουσία αρχικής αντοχής στο πιλοτικό προϊόν αποδίδεται στον υψηλότερο ρυθμό απόψυξης σε σύγκριση με τις εργαστηριακές δοκιμές.

Το αλουμινούχο τσιμέντο υψηλών προδιαγραφών έχει το πλεονέκτημα ότι αποκτά πολύ γρήγορα την μέγιστη αντοχή του, συνεπώς θεωρείται εξαιρετικά κατάλληλο για χρήση σε μεγάλα κατασκευαστικά έργα που χρησιμοποιούν τεχνικές συνεχόμενης χύτευσης (G.M.M. SA Larco and University of Patras, 1997).

ΑΛΛΕΣ ΧΡΗΣΕΙΣ

Χρήση στην κεραμοποιεία

Για την εργαστηριακή ανάπτυξη οικοδομικών προϊόντων (κεραμιδιών) με προσθήκη σκουριάς μελετήθηκαν:

- Το εφικτό ποσοστό προσθήκης της σκουριάς για την παραγωγή των κεραμιδιών.
- Η βέλτιστη κοκκομετρία της σκουριάς.
- Το καταλληλότερο ποσοστό υγρασίας των προϊόντων αυτών κατά την μορφοποίηση.
- Η θερμοκρασία έψησης του τελικού προϊόντος.
- Τέλος έγινε αξιολόγηση των παραγόμενων προϊόντων.

Τα κεραμίδια παράγονται από μίγμα δύο διαφορετικών τύπων αργιλικών χωμάτων. Το ένα χόμα παρουσιάζει πλαστικές ιδιότητες και το άλλο δεν παρουσιάζει πλαστικές ιδιότητες. Το επί τοις εκατό ποσοστό κατά βάρος, του κάθε χόματος που περιέχεται στο μίγμα είναι: 60% για το πλαστικό και 40 % για το μη πλαστικό χόμα. Επειδή η σκουριά δεν παρουσιάζει πλαστικές ιδιότητες, εργαστηριακά μελετήθηκε η δυνατότητα μερικής ή ολικής αντικατάστασης του μη πλαστικού χόματος από σκουριά της ΛΑΡΚΟ.

Από τις εργαστηριακές δοκιμές, συμπεραίνουμε ότι η σκουριά της εταιρείας ΛΑΡΚΟ είναι ένα άριστο υλικό για χρήση στην κεραμική βιομηχανία παραγωγής οικοδομικών «προϊόντων». Εμπλουτίζει τα προϊόντα αυτά με πυρίμαχες φάσεις οι οποίες προσδίδουν στο τελικό προϊόν

- Αυξημένη μηχανική αντοχή.
- Μικρή συρίκνωση των διαστάσεων κατά την ξήρανση και έψηση.
- Μικρή υδαταπορροφητικότητα
- Καλή συμπεριφορά στη δοκιμή αντοχής σε παγετό
- Μειωμένο ενεργειακό κόστος παραγωγής των προϊόντων, λόγω του μειωμένου ποσοστού υγρασίας που απαιτείται για την παραγωγή τους

Αντίθετα κατά την παραγωγή θα πρέπει να προσεχθεί πολύ η κοκκομετρία της σκουριάς, γιατί οι χονδροί κόκκοι της είναι αδρανείς, δεν αντιδρούν με αυτούς του χόματος και δεν έχουμε τα αναμενόμενα αποτελέσματα.

Με βάση τα παραπάνω δημιουργούνται οι προοπτικές για δημιουργία κεραμικών προϊόντων (τούβλα-κεραμίδια) με αυξημένες μέχρι και 40% των μηχανικών αντοχών τους, χωρίς αυξημένη θερμοκρασία έψησης. Αυτό σημαίνει ότι είναι πλέον εφικτή η παρασκευή κεραμιδιών και τούβλων με πολύ λεπτότερα τοιχώματα, με συνέπεια μεγάλη μείωση στα διακινούμενα υλικά και άρα οικονομία πρώτης ύλης και μείωση της ενεργειακής απαίτησης.

Τα προϊόντα έχουν μηδενική υδαταπορροφητικότητα και αν ψηθούν σε θερμοκρασία κατά 30 °C υψηλότερη της συνηθισμένης, αποκτούν υαλώδη υφή που τα καθιστά εξαιρετικά για χρήση σε εξωτερικά (εμφανή) μέρη κατασκευών (G.M.M. SA Larco and Hellenic Center of Fire-proof Materials Research S.A., 2000).

Πυριάντοχα τούβλα για χρήση σε θερμοσυσσωρευτές ή τζάκια

Κατασκευάστηκαν δύο είδη δοκιμίων, ένα με 100% σκουριά και ένα με περιεκτικότητα σε σκουριά 50%, κοκκομετρία -1mm και 50% MgO. Τα δοκίμια μετά από ξήρανση τους σε επίπεδο υγρασίας 0,5% ψήθηκαν στους 700 °C και τους 900 °C. Από τις καμπύλες αποφόρτισης της θερμότητας φαίνεται ότι δεν παρουσιάζονται διαφορές στον ρυθμό αποφόρτισης και ως εκ τούτου τα δοκίμια από σκουριά θεωρούνται εφάμιλλα με αυτά του εμπορίου και άρα κατάλληλα για θερμοσυσσωρευτές (G.M.M. SA Larco and Hellenic Center of Fire-proof Materials Research S.A., 1994).

Πυριάντοχες μάζες Fetling

Πυρίμαχες μάζες Fetling χρησιμοποιούνται ευρέως σε μεταλλουργικούς κλιβάνους τήξης (ηλεκτροκλίβανοι, κάδοι μεταφοράς χάλυβος, κλπ.) σε μια προσπάθεια περιορισμού των φθορών της μόνιμης πυρίμαχης επένδυσης.

Η απαιτούμενη πυριμαχικότητα στις μάζες Fetling είναι χαμηλή για να είναι εφικτή η εύκολη συγκόλληση της μάζας με τα τοιχώματα του κλιβάνου στην θερμοκρασία λειτουργίας του. Έτσι, μάζες με υψηλή πυριμαχικότητα που προέρχονται από κοιτάσματα μαγνησίτου με χαμηλό σίδηρο όπως είναι τα ελληνικά κοιτάσματα δεν είναι κατάλληλες για αυτή την χρήση. Η προσθήκη στην πρώτη ύλη υλικού με υψηλό Fe₂O₃ (σκουριά ΛΑΡΚΟ) μπορεί να μειώσει την πυριμαχικότητα του μίγματος και επομένως να δημιουργήσει δυνατότητα για αξιοποίηση Ελληνικών μαγνησιακών πρώτων υλών αναμεμιγμένων με σκουριά ΛΑΡΚΟ σε χρήσεις Fetling (G.M.M. SA Larco and Hellenic Center of Fire-proof Materials Research S.A., 1994).

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

1. G.M.M. SA Larco and Hellenic Center of Fire-proof Materials Research S.A., 1994. 'Electric Furnace Slag commercial utilization potential' Final Report, Industrial Research & Development Programs-General Secretariat for Research and Technology.
2. G.M.M. SA Larco and Hellenic Center of Fire-proof Materials Research S.A., 2000. 'Utilization of Electric Furnace Slags in the ceramic industry'.
3. G.M.M. SA Larco and University of Patras 1997. 'High Standard Alumina Cement production from ERF slag, limestone and diasporic bauxite' Final Report, Operational Program for Research & Technology-General Secretariat for Research and Technology.
4. G.M.M. SA Larco and Hellenic Center of Fire-proof Materials Research S.A., 2001. 'Development of a system for the total management and utilization of LARCO's solid wastes' Final Report, Operational Program for Research & Technology-General Secretariat for Research and Technology.