

ΧΡΗΣΗ ΘΡΑΥΣΤΟΥ ΚΕΡΑΜΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΕΓΧΡΩΜΩΝ ΚΟΝΙΑΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΕΝΕΜΑΤΩΝ

Ι. Παπαγιάννη, Μ. Στεφανίδου, Β. Πάχτα

Εργαστήριο Δομικών Υλικών, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

ΠΕΡΙΛΗΨΗ: Η χρήση θραυστών κεραμικών υλικών ως αδρανών υλικών ή και του λεπτόκοκκου κλάσματος ως κονία είναι γνωστή από την αρχαιότητα, όπου υπάρχουν πολλές αναφορές για κονιάματα εξαιρετικής ανθεκτικότητας, κονιάματα με τη χρήση κεραμάλευρου και θραυστών κεραμικών. Βάσει αυτής της παράδοσης που έχει διαμορφώσει μια αισθητική αντίληψη στη χώρα μας, τα τελευταία χρόνια παρατηρείται μια αναβίωση της χρήσης θραυστού κεραμικού υλικού – που αποτελεί παραπροϊόν των κεραμοποιών– στην παραγωγή έγχρωμων σκυροδεμάτων για διαμόρφωση δαπέδων, καθώς και έγχρωμων κονιαμάτων για ανακαινίσεις μνημείων και ιστορικών κτιρίων, και για επιχρίσματα σύγχρονων κατασκευών. Στην παρούσα εργασία παρουσιάζονται τα κριτήρια καταλληλότητας που πρέπει να πληρούν τα κεραμικά υλικά για να χρησιμοποιηθούν ως αδρανή ή ως κονία και δίνονται συνθέσεις και μηχανικά χαρακτηριστικά κονιαμάτων και ενεμάτων με αυτά τα υλικά.

Λέξεις κλειδιά: θραυστό κεραμικό υλικό, έγχρωμο κονίαμα, έγχρωμα ενέματα.

USE OF BRICK FRAGMENTS FOR THE PRODUCTION OF COLOURED MORTARS AND GROUTS

I Papayianni, M. Stefanidou, V. Pachta

Laboratory of Building Materials, Aristotle University of Thessaloniki.

ABSTRACT: The use of crushed bricks as aggregates or the brick dust as binder in the structure of mortars is known since ancient times. There are many studies concerning the durable and high quality ancient mortars made with brick dust and crushed bricks. Based on this tradition, which has also an aesthetic result on the construction, these last years an effort has been made for the production of coloured concretes used in floors or pavements as well as for coloured mortars used for interventions in monuments and historical buildings and for plasters in modern constructions. In the present paper criteria for the brick fragments and brick dust, deriving as by-products from brick industries, are presented in order these materials to be used in compatible repair works.

Keywords: crushed brick fragments, coloured mortar, coloured grout.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα κονιάματα αποτελούν ένα από τα αρχαιότερα πολυφασικά τεχνητά δομικά υλικά και υπέστησαν με το χρόνο προσθήκες και τροποποιήσεις τόσο στις πρώτες ύλες όσο και στις μεθόδους κατεργασίας. Τα βασικά υλικά που χρησιμοποιήθηκαν στη σύσταση των κονιαμάτων ήταν η άσβεστος, η πόζολάνη, το κεραμάλευρο (σε ορισμένες χρονικές περιόδους) και τα αδρανή υλικά που συνήθως είχαν φυσική προέλευση (ποτάμια) ενώ σε ορισμένες περιπτώσεις (που συχνά σηματοδοτούν ιστορικές περιόδους) μέρος των φυσικών αδρανών αντικαταστάθηκε από θραυστά κεραμικά διαφόρων κοκκομετρικών διαβαθμίσεων (Εικόνα 1).

Τα κριτήρια για την επιλογή της πρώτης ύλης για τη σύνθεση κονιαμάτων που χρησιμοποιήθηκαν για την κατασκευή μνημείων και ιστορικών κτιρίων ήταν μάλλον βασισμένα στην εμπειρία. Η προσθήκη κεραμικού αποτέλεσε μια τεχνική βελτίωσης της ποιότητας των κονιαμάτων καθώς το χαμηλής έμψησης κεραμικό υλικό παρουσίαζε υδραυλικές ιδιότητες. Παρήχθησαν με αυτό τον τρόπο “κουρασάνια”, έγχρωμα κονιάματα με εξαιρετικές υδραυλικές και μονωτικές ιδιότητες που εφαρμόζονταν σε θέσεις όπου απαιτούνταν υδατοστεγανότητα ή ασκούσαν υψηλά φορτία προσθέτοντας ταυτόχρονα μια διαφορετική αισθητική στις κατασκευές.

Στα κονιάματα αυτών των ιστορικών περιόδων, τα θραυστά κεραμικά κλάσματα που χρησιμοποιήθηκαν ήταν μέχρι 5cm και αντικαθιστούσαν φυσικά αδρανή σε ποσοστό 60-80% ενώ το κεραμάλευρο χρησιμοποιούνταν σε αναλογία με τον ασβέστη από 1:0.2 μέχρι 1:1. Λόγω του χαμηλού ειδικού βάρους και της μεγαλύτερης τραχύτητας τα θραυστά κεραμικά αδρανή αποδίδουν ελαφρά κοκκοδέματα με πολύ καλή πρόσφυση με τη συνδετική κονία.

Σήμερα για την αποκατάσταση αυτών των κατασκευών απαιτείται η γνώση των παλαιών υλικών δόμησης ώστε να παραχθούν συμβατά υλικά που θα εξασφαλίσουν τη συνέχεια και σταθερότητα των μνημείων και των ιστορικών κτιρίων.



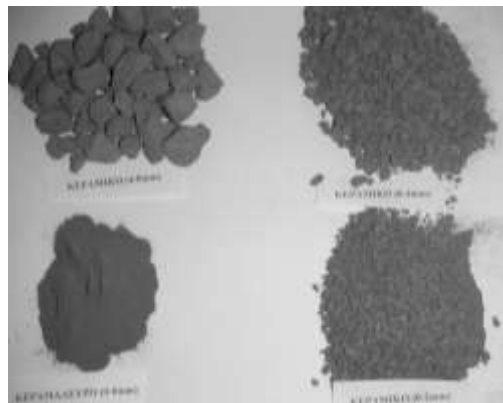
Εικόνα 1. Κεραμικά αδρανή σε κονίαμα από την Αγία Σοφία Θεσσαλονίκης (6^{ος} μ.Χ. αιώνας)



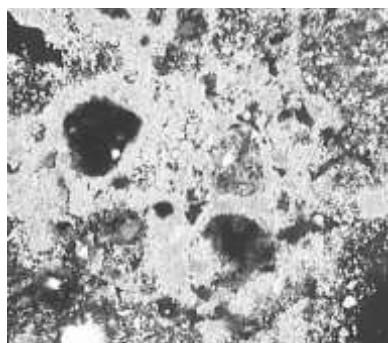
Εικόνα 2. Αγία Αικατερίνη 14^{ος} αιώνας

Δύο από τις πιο συνηθισμένες εργασίες αποκατάστασης αφορούν στην αρμολόγηση με κονιάματα αποκατάστασης και την πλήρωση-στερέωση ασυνεχειών και ρωγμών της δομής τους, με χρήση ενέσιμων υλικών. Τα υλικά αυτά, γνωστά ως ενέματα αφορούν σε λεπτόρευστα αναμίγματα κονιών ή και λεπτόκοκκων αδρανών με νερό, σε λόγο $N/K \geq 1$, που εισάγονται στην προς στερέωση δομή με ειδικά συστήματα (σε πίεση ≥ 1 Atm). Η μέθοδος αυτή αποτελεί συνήθη πρακτική όπως συμπεραίνεται, από το πλήθος των μνημείων στα οποία έχει ήδη εφαρμοστεί. Για να είναι επιτυχής πρέπει να λαμβάνονται υπόψη ανά περίπτωση, τα ειδικά χαρακτηριστικά της κάθε τοιχοποιίας (φυσικο-μηχανικά, χημικά χαρακτηριστικά επιμέρους υλικών κατασκευής, φέρουσα ικανότητα συστήματος) και να προτείνονται συμβατές συνθέσεις ενεμάτων.

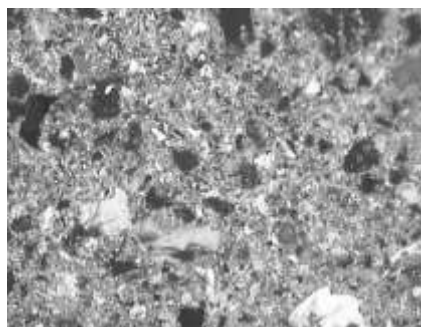
Οι πρώτες ύλες των συνθέσεων αυτών, καθώς και οι μεταξύ τους αναλογίες, προκύπτουν επομένως από τα ίδια τα υλικά κατασκευής των προς στερέωση δομών. Εν τούτοις για την παραγωγή τους χρησιμοποιούνται τα διαθέσιμα σήμερα θραυσμένα κεραμικά που είναι ψημένα σε υψηλές θερμοκρασίες (1000-1200°C). Αυτό στερεί από το κεραμικό υλικό σημαντικό μέρος της ποζολανικότητάς του και θέτει περιορισμούς στη χρήση του.



Εικόνα 3. Κεραμάλευρο και κλάσματα κεραμικών που χρησιμοποιήθηκαν σε συνθέσεις κονιαμάτων



Εικόνα 4^α. Ισχυρή συνάφεια λεπτόκοκκου κεραμικού -κονίας (Ρωμαϊκή Αγορά) (Πολωτικό x130)



Εικόνα 4β. Λεπτόκοκκο κεραμικό ως filler σε σύγχρονο κονίαμα (Πολωτικό x130)

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Για την παραγωγή έγχρωμων κονιαμάτων έγιναν εργαστηριακές συνθέσεις στις οποίες χρησιμοποιήθηκαν σύγχρονα κεραμικά υλικά (με τη μορφή πούδρας ή κλάσματα αδρανών, Εικόνα 3) για να παραχθούν κουρασάνια που θα μπορούσαν να αντικαταστήσουν τα παλαιά κονιάματα.

Παρασκευάστηκε μια σειρά κονιαμάτων στην οποία αντικαταστάθηκε μέρος του τσιμέντου από κεραμάλευρο σε διάφορα ποσοστά καθώς και μια σειρά κονιαμάτων με θραυστά κεραμικά ως αδρανή που αντικατέστησαν μέρος των φυσικών αδρανών όπως φαίνεται στους Πίνακες 1 και 2. Μελετήθηκαν οι φυσικές και μηχανικές ιδιότητες των κονιαμάτων (Πίνακες 3 και 4) καθώς και η επίδραση των κεραμικών στη μικροδομή των κονιαμάτων (Εικόνα 4).

Πίνακας 1. Συνθέσεις νέων κονιαμάτων με θραυστά κεραμικά υλικά ως αδρανή (σε μέρη βάρους)

	Ασβέστης	Ποζολάνη	Φυσικά Αδρανή		Κεραμικά αδρανή		N/K
			0-4 mm	0-8 mm	0-4 mm	0-8 mm	
1	1	1		2			0,5
2	1	1		1,5		0,5	0,6
3	1	1	2				0,5
4	1	1	1,5		0,5		0,55
5	1			1			0,67
6	1		0,4		0,6		0,74

Πίνακας 2. Συνθέσεις νέων κονιαμάτων με κεραμάλευρο

	Ασβέστης	Ποζολάνη	Τσιμέντο	Κεραμάλευρο	Άμμος	N/K
1	1	0,5		0,5	5	0,75
2	1	0,4	0,2	0,4	5	0,67
3	1	0,3	0,4	0,3	5	0,67
4	1	0,3	0,5	0,2	5	0,66
5	1	0,5	0,5	-	5	0,65

Πίνακας 3. Φυσικά και μηχανικά χαρακτηριστικά
κονιαμάτων με θραυστά κεραμικά ηλικίας 3 μηνών

	Αντοχή σε θλίψη MPa	Αντοχή σε κάμψη MPa	Πορώδες	Ειδ. βάρος
1	7,1	1,1	26,2	1,625
2	9,26	1,3	28,1	1,628
3	10,2	2,08	25,1	1,646
4	11,0	2,26	29,3	1,623
5	1,71	0,6	20,95	1,653
6	2,23	0,87	23,65	1,625

Όσον αφορά στη χρήση κεραμάλευρου ως μέρους κονιάς παρασκευάστηκαν τρεις σειρές ενεμάτων. Τα συστήματα κονιών, που αποτελούν τη βάση τους είναι η υδράσβεστος (σε μορφή σκόνης), η ποζολάνη (αλεσμένη, με συγκρατούμενο στο κόσκινο 45 μ m 10%), το λευκό τσιμέντο και τέλος το κεραμάλευρο (με μέγεθος κόκκου \leq 25mm). Οι μεταξύ τους αναλογίες τροποποιούνται ανάλογα ανά σειρά ενέματος, προκειμένου να διαπιστωθούν οι διαφοροποιήσεις των φυσικο-μηχανικών χαρακτηριστικών τους. Οι επιμέρους συνθέσεις των ενεμάτων δίδονται συνοπτικά στον πίνακα 5.

Η πρώτη σειρά με κωδικό αριθμό, 1.1, 1.2, 1.3 αποτελείται από υδράσβεστο, ποζολάνη και λευκό τσιμέντο σε διαφορετικές αναλογίες και παρουσιάζεται ως μέσο αναφοράς για τη σύγκριση των λοιπών ενεμάτων με παρουσία κεραμάλευρου (2, 3). Η αναλογία υδράσβεστου/ποζολάνης είναι 1/1, ενώ προστίθεται ποσότητα λευκού τσιμέντου σε αναλογία 0,2 και 0,3. Στη δεύτερη σειρά (συνθέσεις 2.1, 2.2, 2.3) το 40% της ποζολάνης αντικαθίσταται από κεραμάλευρο, ενώ αντίστοιχα στην τρίτη σειρά (3.1, 3.2, 3.3) αντικαθίσταται το 50% της ποζολάνης. Σε όλες τις περιπτώσεις προστίθεται ρευστοποιητής πολυκαρβονικής βάσης και απαλλαγμένος αλάτων, σε ποσοστό 1% κ.β. κονιών.

Για τη διαδικασία παρασκευής των ενεμάτων, ακολουθήθηκαν οι σύγχρονες προδιαγραφές. Τα αναμίγματα παρασκευάστηκαν σε πολύστροφο αναμκτήρα, ώστε να επιτευχθεί ομογενοποίησή τους και να αποφευχθεί το φαινόμενο της απόμιξης των συστατικών. Προκειμένου να διαπιστωθεί η απαιτούμενη ποσότητα νερού μετρήθηκε η ρευστότητα των μιγμάτων με τον κώνο Marsh (σύμφωνα με τις προδιαγραφές, ο ενδεδειγμένος χρόνος διέλευσης του μίγματος από τον κώνο ήταν 9 \pm 1sec). Στη συνέχεια, προκειμένου να διαπιστωθεί η ικανότητα διείσδυσης του υλικού μετρήθηκε ο χρόνος διέλευσης του από τη στήλη άμμου, μέσω της εν λόγω μεθόδου. Τέλος, μετρήθηκε η σταθερότητα όγκου των μιγμάτων, μέσω της κάθισης τους σε 24 ώρες από την παρασκευή. Όλα τα αποτελέσματα των ελέγχων σε νωπή κατάσταση των αναμιγμάτων δίδονται στον Πίνακα 5.

Πίνακας 4. Φυσικά και μηχανικά χαρακτηριστικά
κονιαμάτων με κεραμάλευρο ηλικίας 3 μηνών

	Αντοχή σε θλίψη MPa	Αντοχή σε κάμψη MPa	Πορώδες	Ειδ. βάρος
1	1,66	0,72	19,2	1,716
2	2,4	0,65	18,1	1,744
3	4,3	0,76	18,94	1,718
4	4,66	1,18	18,12	1,752
5	6,60	1,11	17,67	1,782

Πίνακας 5. Αναλογίες συνθέσεων αναμιγμάτων ενεμάτων.
Αποτελέσματα ελέγχων σε νωπή κατάσταση

Κωδ. Σύνθ.	Πρώτες Ύλες	Μέρη Βάρους	Λόγος N/K	Ρευστότητα (s)	Διεισδυ- τικότητα (sec)	Σταθ. Όγκου (%)
1.1	Υδράσβεστος Πουζολάνη αλεσμένη Ρευστοποιητής 1% κ.β. κονιών	1.00 1.00	1.10	9,80	4,80	3%
1.2	Υδράσβεστος Πουζολάνη αλεσμένη Λευκό τσιμέντο Ρευστοποιητής 1% κ.β. κονιών	1.00 1.00 0.20	1.00	9,34	3,10	2%
1.3	Υδράσβεστος Πουζολάνη αλεσμένη Λευκό τσιμέντο Ρευστοποιητής 1% κ.β. κονιών	1.00 1.00 0.30	0.97	9,70	8,10	0
2.1	Υδράσβεστος Πουζολάνη αλεσμένη Κεραμάλευρο (<0,25mm) Ρευστοποιητής 1% κ.β. κονιών	1.00 0.60 0.40	0.93	9,59	2,10	5%
2.2	Υδράσβεστος Πουζολάνη αλεσμένη Κεραμάλευρο (<0,25mm) Λευκό τσιμέντο Ρευστοποιητής 1% κ.β. κονιών	1.00 0.60 0.40 0.20	0.90	10,20	2,95	0
2.3	Υδράσβεστος Πουζολάνη αλεσμένη Κεραμάλευρο (<0,25mm) Λευκό τσιμέντο Ρευστοποιητής 1% κ.β. κονιών	1.00 0.60 0.40 0.30	0.98	9,90	2,67	1%
3.1	Υδράσβεστος Πουζολάνη αλεσμένη Κεραμάλευρο (<0,25mm) Ρευστοποιητής 1% κ.β. κονιών	1.00 0.50 0.50	1.00	9,90	3,80	5%
3.2	Υδράσβεστος Πουζολάνη αλεσμένη Κεραμάλευρο (<0,25mm) Λευκό τσιμέντο Ρευστοποιητής 1% κ.β. κονιών	1.00 0.50 0.50 0.20	0.96	10,15	3,20	1%
3.3	Υδράσβεστος Πουζολάνη αλεσμένη Κεραμάλευρο (<0,25mm) Λευκό τσιμέντο Ρευστοποιητής 1% κ.β. κονιών	1.00 0.50 0.50 0.30	0.93	9,60	4,20	1%

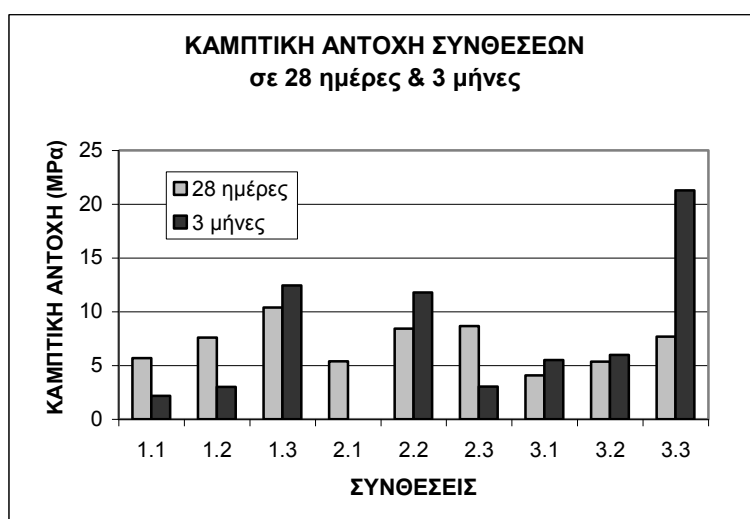
Πίνακας 6. Μηχανικά χαρακτηριστικά συνθέσεων (28 ημέρες – 3 μήνες)

Κωδ. Αρ. Σύνθεσης	28 ημέρες			3 μήνες		
	Δυν. Μέτρο Ελαστικότητας (MPa)	Καμπτική αντοχή (MPa)	Θλιπτική αντοχή (MPa)	Δυν. Μέτρο Ελαστικότητας (MPa)	Καμπτική αντοχή (MPa)	Θλιπτική αντοχή (MPa)
1.1	38,12	0.56	0.89	-	0.21	4.497
1.2	22,82	0.76	1.07	31,76	0.30	4.798
1.3	33,26	1.04	2.51	45,49	1.24	5.385
2.1	21,94	0.54	0.82	17,75	-	3.326
2.2	24,52	0.84	1.72	27,74	1.18	4.745
2.3	25,05	0.86	1.75	32,36	0.30	4.272
3.1	10,36	0.40	0.88	18,96	0.55	4.158
3.2	16,54	0.54	1.46	17,49	0.59	3.061
3.3	21,66	0.77	1.84	27,19	2.13	5.046

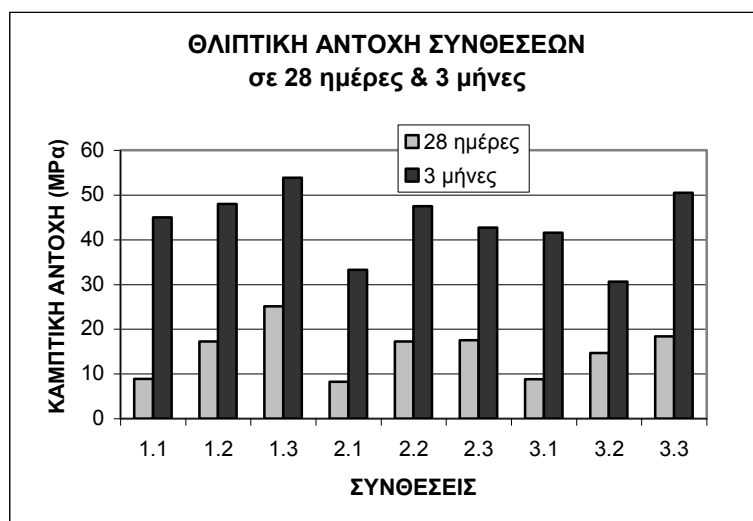
Ο έλεγχος των φυσικο-μηχανικών χαρακτηριστικών όλων των συνθέσεων πραγματοποιήθηκε 28 ημέρες και 3 μήνες από την παρασκευή τους. Όλα τα αποτελέσματα των ελέγχων (προσδιορισμός Δυναμικού Μέτρου Ελαστικότητας, μηχανικής αντοχής σε κάμψη και θλίψη) δίδονται στον πίνακα 6, καθώς και στα διαγράμματα 1 και 2.

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

Όσον αφορά στη χρήση θραυστών κεραμικών ως αδρανή στη σύνθεση των κονιαμάτων (συνθέσεις 1-6) παρατηρείται αύξηση της θλιπτικής αντοχής 10-30% με αντικατάσταση μέρους των φυσικών αδρανών με κεραμικά. Αυτό σημαίνει ότι η πρόσφυση των κεραμικών αδρανών με την κονία είναι ισχυρή. Η ταυτόχρονη αύξηση του ενεργού πορώδους στις συνθέσεις αυτές εξηγείται από το γεγονός ότι τα κεραμικά απορροφούν περισσότερο νερό από τα φυσικά αδρανή λόγω της φύσης τους. Επίσης παρατηρείται μικρή αύξηση της απαιτούμενης ποσότητας νερού για την επίτευξη σταθερής εργασιμότητας, παράγοντας που θα μπορούσε να μειωθεί με τη χρήση ρευστοποιητών.



Διάγραμμα 1. Αποτελέσματα καμπτικής αντοχής συνθέσεων ενεμάτων σε 28ημέρες και 3 μήνες από την παρασκευή



Διάγραμμα 2. Αποτελέσματα θλιπτικής αντοχής συνθέσεων ενεμάτων σε 28ημέρες και 3 μήνες από την παρασκευή

Στις συνθέσεις με χρήση κεραμάλευρου παρατηρείται ότι οι συνθέσεις με υψηλό ποσοστό τσιμέντου (0,5) έχουν τις υψηλότερες αντοχές όπως αναμενόταν (συνθέσεις 4 και 5, πίνακας 2). Αντικατάσταση μέρους της ποζολάνης με κεραμάλευρο μειώνει την αντοχή (40%) γεγονός που δηλώνει ότι το κεραμάλευρο δεν έχει ισχυρό υδραυλικό χαρακτήρα. Η προσθήκη του πάντως σε ποσοστό 0,2-0,3 δεν επιφέρει σημαντικές αλλαγές στα μηχανικά και φυσικά χαρακτηριστικά (συνθέσεις 4 και 5) ενώ επηρεάζει τη απόχρωση του υλικού. Περαιτέρω προσθήκη κεραμάλευρου (0,4 -0,5) μειώνει αισθητά τις αντοχές και αυξάνει την απαιτούμενη ποσότητα νερού για την εργασιμότητα.

Αξιολογώντας τα αποτελέσματα των φυσικο-μηχανικών ελέγχων των ενεμάτων, μέσω των διαγραμμάτων 1 και 2, προέκυψαν τα κάτωθι συμπεράσματα:

1. Η αντικατάσταση μέρους της ποζολάνης από κεραμάλευρο (40% στη σειρά 2 και 50% στη σειρά 3), οδηγεί σε μείωση του χρόνου διεισδυτικότητας κατά ένα ποσοστό της τάξης του 10-20%.
2. Η αντικατάσταση μέρους της ποζολάνης από κεραμάλευρο (40% στη σειρά 2 και 50% στη σειρά 3), δεν οδηγεί σε μεγάλη μείωση της μηχανικής αντοχής, παρά μόνο σε ένα ποσοστό της τάξης του 10-25%.
3. Μεγαλύτερη μείωση στην αντοχή (15-25%) παρατηρείται για τη σειρά 3, που ωστόσο, διατηρεί στους 3 μήνες μεγαλύτερη κανονικότητα στις τιμές (αυξανομένης της περιεκτικότητας σε λευκό τσιμέντο, αυξάνεται και η μηχανική αντοχή).
4. Η σύνθεση με την καλύτερη συμπεριφορά τόσο στις 28 ημέρες όσο και στους τρεις μήνες, όπως προέκυψε πειραματικά ήταν αυτή με κωδ. αρ. 3.3. Είναι χαρακτηριστικό ότι η καμπτική αντοχή της στους 3 μήνες ξεπερνά κατά το διπλάσιο την τιμή της αντίστοιχης χωρίς κεραμάλευρο σύνθεσης (1.3), ενώ η θλιπτική αντοχή είναι σχεδόν ίση με αυτή του 1.3.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- Το θραυστό κεραμικό υλικό μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως αδρανές υλικό και συνδυάζεται με όλες τις κονίες υδρασβέστο, ποζολάνη, λευκό τσιμέντο. Τα κονιάματα που προκύπτουν έχουν μικρότερο φαινόμενο ειδικό βάρος και πλεονεκτούν ως προς τη συνάφεια με το πήγμα. Η κοκκομετρία τους πρέπει να ελέγχεται για να εμπίπτει στην καλή περιοχή. Είναι επίσης σημαντικό να ελέγχεται η ανθεκτικότητά τους σε κύκλους ύγρανσης-ξήρανσης. Τα κονιοδέματα έχουν χαρακτηριστική κοκκινωπή χροιά και μπορούν να χρησιμοποιηθούν εκτός από τις επεμβάσεις ιστορικών κτιρίων και σε επικαλύψεις σύγχρονων τοιχοποιιών.
- Το κονιοποιημένο σύγχρονο κεραμικό υλικό (κεραμάλευρο) λειτουργεί περισσότερο ως filler παρά ως ποζολανικό υλικό. Έτσι σε συστήματα υδρασβέστου-κεραμάλευρου η αντοχή που αναπτύσσεται είναι μειωμένη ενώ σε συστήματα υδρασβέστου- ποζολάνης ή υδρασβέστου-τσιμέντου-ποζολάνης το κεραμάλευρο ως filler επιφέρει μια αύξηση της θλιπτικής αντοχής. Το ποσοστό προσθήκης δεν πρέπει να ξεπερνά το 10-15%κ. β της κονίας κυρίως για λόγους αύξησης του απαιτούμενου νερού ανάμιξης και των συνεπειών που μπορεί να έχει στην ανθεκτικότητα των κονιαμάτων.
- Στην περίπτωση της χρήσης κεραμάλευρου για παραγωγή ενεμάτων που χρησιμοποιούνται για στερεώσεις μνημείων βυζαντινής αρχιτεκτονικής το υλικό φαίνεται να συνδυάζεται καλά με συστήματα υδρασβέστου-ποζολάνης –τσιμέντου όπου αυξάνει τη διεισδυτικότητα και βελτιώνει τη σταθερότητα όγκου πιθανόν λόγω της μεγαλύτερης συγκρατισιμότητας νερού που παρουσιάζουν οι κόκκοι του κεραμάλευρου.

Γενικά μπορεί να λεχθεί ότι το κεραμικό υλικό που αποτελεί παραπροϊόν (φύρα) στις κεραμοποιείες μπορεί να αξιοποιηθεί επωφελώς στις επεμβάσεις σε μνημεία, σε επικαλύψεις σύγχρονων τοιχοποιιών (κονιάματα επιχρίσεων) ακόμη και σε έγχρωμο διακοσμητικό σκυρόδεμα είτε ως θραυστό κεραμικό αδρανές είτε ως πληρωτικό υλικό.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Baronio G., Binda L., Lombardini N. “ The role of brick pebbles and dust in conglomerates based on hydrated lime and crushed bricks” Construction and Building Materials Vol.11, No 1 pp.33-40 1997 Elsevier science Ltd.
- [2] Livingston R.A. “Material analysis of the masonry of the Hagia Sophia basilica, istanbul” by structural repair and maintenance of historical buildings p.p.16-28
- [3] Papayianni I. “A diachronic Principle in Construction: The use of Mixed Type Binders: Durability Aspects” J. G Cabrera Symposium on Durability of Concrete Materials, 1998. Editor R.N. Swamy pp. 115-130
- [4] Penelis G., Papayianni I., “Grouts for Repairing and Strengthening Old Masonry Structures”, First Inter. Conference on Structural Studies, Repairs and Maintenance of Historical Buildings, STREMA, Florence, Italy, 1989, pp. 179-188.
- [5] Karaverizoglou M., Papayianni I., Penelis G., “Mortars and Grouts in Restoration of Roman and Byzantine Monuments”, European Seminar on Ancient traditional mortar technology and their importance in conservation projects, Rethymnon, Crete, March 1995, pp. 1-30.