



Ἡ «Γέννηση», εἰκόνα τῆς Κρητικῆς Σχολῆς τῆς πρώτης μεταβυζαντινῆς περιόδου

Μελέτη τῆς στρωματογραφικῆς δομῆς μέ ὑπέρυθρη φωτογραφία καί ἠλεκτρονική μικροανάλυση

Ὁ χαρακτήρας, ἡ ἱστορία καί ἡ χρονολόγησις τῆς «Γέννησις», εἰκόνας τῆς Κρητικῆς Σχολῆς τῆς πρώτης μεταβυζαντινῆς ἐποχῆς πού βρίσκεται στό Βυζαντινὸ Μουσεῖο Ἀθηνῶν, προσδιορίστηκε ἤδη σέ παλαιότερη παρουσίᾳ¹ (εἰκ. 1). Ἐξαιτίας τοῦ ἐνδιαφέροντος πού παρουσιάζει ἡ φαινομενικά τεράστια ποικιλία τῶν χρωστικῶν οὐσιῶν πού χρησιμοποιήθηκαν, κρίθηκε ἀναγκαῖα μία περισσότερο ἐμπεριστατωμένη ἐρευνα, μέ φωτογραφικὲς καί φυσικοχημικὲς μεθόδους ἀνάλυσης.

Δρ. Γιάννης Χρυσουλάκης
Μεταλλειολόγος-Μεταλλουργός Μηχ. Ε.Μ.Π.

Κώστας Μπάρλας
Φυσιογνώστης



Στη προκειμένη μελέτη, παρουσιάζεται η συμπεριφορά των επιφανειακών χρωστικών ουσιών στην ύπερυβρη περιοχή του φάσματος κατά τη χρησιμοποίηση της μεθόδου της ύπερυβρης φωτογράφισης με ανάκλαση της ακτινοβολίας έκπομπής της φωτεινής πηγής. Με τη βοήθεια αυτής της μεθόδου, προσεγγίζεται, σε ένα ποσοστό το πρόβλημα της ποιοτικής ανάλυσης των χρωστικών ουσιών και γίνονται φανερές τόσο οι παλαιότερες επεμβάσεις όσο και τὰ μεγαλύτερης ηλικίας χρωματικά στρώματα. Τις περισσότερες δέ φορές αναγνωρίζεται εύκολότερα τὸ σύνολο σχεδόν των σχεδιαστικών λεπτομερειών. Ἐπίσης ἐγίνε ἀντιπροσωπευτική δειγματοληψία χρωστικών ουσιών ἀπὸ 16 περιοχές της εικόνας, μικροσκοπική παρατήρηση τῆς μικροστροματογραφικῆς δομῆς, σὲ κάθετη τομή, με πολωμένο φῶς καὶ ποιοτική ἡμιποσοτική ηλεκτρονική μικροανάλυση σὲ όλα τὰ χρωματικά στρώματα πού παρατηρήθηκαν.

Σὲ παλαιότερες ἐργασίες^{2,3} ἀναφέρθηκαν ἡ συνεισφορά καὶ τὰ ἀναμενόμενα ἀποτελέσματα τῶν περισσότερων ἀπὸ τίς ἐπιστημονικὲς μεθόδους ἀνάλυσης πού χρησιμοποιοῦνται στὴν ἔρευνα καὶ τὴ συντήρηση τῶν παλαιῶν ἔργων τέχνης καὶ εἰδικότερα τῶν δύο μεθόδων πού χρησιμοποιήθηκαν στὴν περίπτωση τῆς «Γέννησης»⁴.

Ἐτσι, δὲν εἶναι σκόπιμο νὰ ἐπεκταθῶμε στὶς τεχνικὲς λεπτομέρειες τῆς ἐφαρμογῆς τους. Ὁρισμένες, ἐπίσης, μέθοδοι διάγνωσης φθορῶν καὶ μεταγενέστερων ἐπεμβάσεων, ὅπως π.χ. ἡ ὑπεριώδης φωτογράφιση με ἀνάκλαση τῆς ἀκτινοβολίας ἐκπομπῆς τῆς φωτεινῆς πηγῆς ἢ με φθορισμὸ τῶν χρωστικῶν οὐσιῶν στὴν ὁρατὴ περιοχή τοῦ φάσματος, δὲν χρησιμοποιήθηκαν, δεδομένου ὅτι ἡ «Γέννηση» ἦταν ἤδη ἕνα καθαρισμένο καὶ συντηρημένο ἔργο κατὰ τὴ χρονικὴ περίοδο αὐτῆς τῆς μελέτης.

Φωτογράφιση στὴν ὑπερυβρη περιοχή τοῦ φάσματος με ἀνάκλαση τῆς ἀκτινοβολίας ἐκπομπῆς τῆς φωτεινῆς πηγῆς.

Ἡ «Γέννηση» χωρίστηκε σὲ 4 (vonτά) τεταρτημόρια γιὰ μεγαλύτερη δυνατὴ ἀπόδοση τῆς λεπτομερείας καὶ φωτογραφήθηκε, κατὰ τὸν κλασικὸ τρόπο (εἰκ. 2,3,4, καὶ 5), με χρήση ὁμως εἰδικοῦ φακοῦ ἀντιγραφῆς, ἐλάχιστης παραμόρφωσης καὶ μεγάλης διακριτικῆς ικανότητος, ὥστε νὰ διατηρεῖται ἡ μεγαλύτερη δυνατὴ χρωματικὴ ἰσορροπία ἀνάμεσα στὴν περιοχή τῆς χρωματικῆς εὐαισθησίας

τοῦ φιλμ καὶ ἐκείνῃ τῶν ηῤῥκῶν κύματος τῆς ἀκτινοβολίας ἐκπομπῆς τῆς φωτεινῆς πηγῆς.

Στὴ συνέχεια, οἱ ἴδιες περιοχές φωτογραφήθηκαν στὴν ὑπερυβρη περιοχή τοῦ φάσματος (εἰκ. 2α, 3α, 4α καὶ 5α). Ἡ ἴδια διαδικασία ἀκολοῦθηθε καὶ κατὰ τὴ φωτογράφιση τοῦ μικροῦ θυρεοῦ στό κάτω καὶ μεσοῖο τμήμα τῆς εἰκόνας (εἰκ. 6 καὶ 6α).

Συγκρίνοντας τίς ὑπερυβρες φωτογραφίες 2α, 3α, 4α, 5α καὶ 6α με τίς ἀντίστοιχες τῆς κλασικῆς φωτογράφησης παρατηροῦνται τὰ ἑξῆς:

α. Σχεδιαστικὲς λεπτομέρειες δύσκολα ἢ καθόλου ὁρατὲς στὴν κλασικὴ φωτογραφία, ὅπως π.χ. οἱ πτυχῆς τοῦ ὑφάσματος τῶν ἐνδυμάτων τῆς Παναγίας, τοῦ ὑφάσματος πού περιβάλλει τοὺς μῦρους τῆς καθιστῆς μαῖης καὶ τοῦ χιτῶνα τοῦ πρώτου ἀγγέλου στό ἄνω δεξιὸ τμήμα τῆς εἰκόνας.

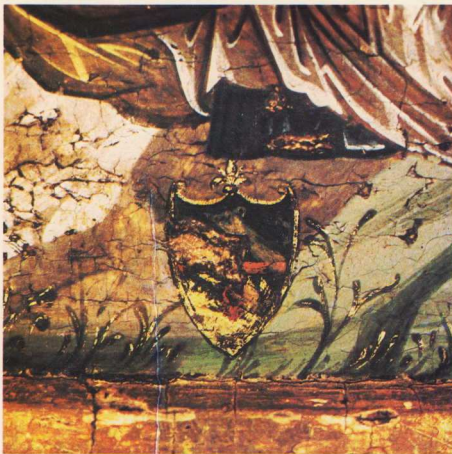
β. Ἐντονες διαφορὲς ἀπορροφητικότητας τῆς ἀκτινοβολίας ἐκπομπῆς τῆς φωτεινῆς πηγῆς ἀνάμεσα σὲ χρωστικὲς οὐσίες τῆς ἴδιας χρωματικῆς χροιάς στὴν κλασικὴ φωτογραφία, με συνέπεια τῆς εὐκόλης διαφοροποίησής τους ὅπως: — τῶν χρωστικῶν οὐσιῶν πού χρησιμοποιήθηκαν στὰ φωτιστῆρα Παναγίας καὶ Χριστοῦ.

— τῶν χρωστικῶν οὐσιῶν πού χρησιμοποιήθηκαν γιὰ τὴν ἀπόδοση τῆς διαφορετικῆς μῆλῆς λυφθῶν τοῦ οὐρανοῦ.

— τῶν μῆλῆ χρωστικῶν οὐσιῶν πού χρησιμοποιήθηκαν στό ἔνδυμα πού περιβάλλει τοὺς μῦρους καὶ τὰ κάτω ἄκρα τῆς Παναγίας, ἐκείνῃ τῆς μανθῆλας κάτω ἀπὸ τὸ πέλο τῆς, καθὼς καὶ τῶν μῆλῆ χρωστικῶν οὐσιῶν πού συναντῶνται στοὺς χιτῶνες ὁρισμένων ἀγγέλων, στό ἔνδυμα τῆς καθιστῆς μαῖης καὶ ἄλλο.

γ. Μεταγενέστερες ἐπεμβάσεις στὴ σύνθεση. Ἡ





κίτρινη διαγώνιος λωρίδα του θυρεού προστέθηκε μεταγενέστερα, δεδομένου ότι το στήθος του πτηνού διαγράφεται καθαρά σε παλαιότερο στρώμα στην υπέρβρη φωτογραφία. 5. Διαφορές αναλυτικής ικανότητας που οδηγούν ήδη από το πρώτο αυτό στάδιο της έρευνας σε όρισιμα πρώτα συμπεράσματα ποιτικής ανάλυσης των χρωστικών ουσιών που χρησιμοποιήθηκαν ανεξάρτητα από εκείνα τα οποία θα ακολουθήσουν βασισμένα στη μικροσκοπική παρατήρηση και στην ηλεκτρονική μικροανάλυση. Τα πρώτα αυτά συμπεράσματα στηρίζονται αφ' ενός στο ποσοστό απορροφητικότητας της ακτινοβολίας εκπομπής της φωτεινής πηγής^{5, 6, 7, 8, 9} και αφ' ετέρου στην ήδη γνωστή ηλικία της εικόνας. Έδώ θα πρέπει να σημειωθεί ότι παρουσιάζον-

ται τα άσφαλτα συμπεράσματα που άφορούν τις περιπτώσεις εκείνες όπου οι χρωματικές ουσίες που εξετάζονται παρουσιάζουν σχεδόν μηδενική ή εξαιρετικά ύψηλη απορροφητικότητα. Ένδειγμα ποσοστά στο βαθμό απορροφητικότητας είναι πιθανόν να όφειλονται σε προσμίξεις ή άρτυσεις με χρωματικές ουσίες. Διαφορετικές συμπεριφορές στην υπέρυθρη περιοχή του φάσματος, άρα οι τελευταίες αυτές περιπτώσεις έχουν τις περισσότερες φορές ένδεικτική μόνο σημασία.

Η μπλέ χρωματική ουσία που συναντάται στους χιτώνες όρεινων άγγέλων (εικ. 2 και 3), στο ένδυμα της καθίστης μαϊκς (εικ. 4) καθώς και σε άλλα μέρη της εικόνας, άπορροφά σχεδόν κατά 100% την ακτινοβολία έκπομπής της φωτεινής πηγής, με τη βοήθεια της όσιας η εκείνη φωτογραφήθηκε στην υπέρυθρη περιοχή. Πρόκειται, κατά πάσα πιθανότητα, για 2 ψευδή άσφαιτη, $2CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2$, χρωματική ουσία εξαιρετικά διαδεδομένη κυρίως κατά τους Μεσαιωνικούς χρόνους, άλλα και άργότερα, περιόνοτα ως τό μέσα του 17ου αιώνα¹¹. Στο συμπέρασμα αυτό καταλήγουμε δεδομένου ότι η χρωματική ουσία «**Russian Blue**», $Fe_4[Fe(CN)_6]_3$, ένα παρασιαιδίε τό ίδιο ποσοστό απορροφητικότητας, είναι πολύ νεότερης «ηλικίας» (1704) και ή «**Egyptian blue**», $CaCu_2Al_2O_6$, της όσιας ή συμπεριφορά στην υπέρυθρη περιοχή δεν είναι διδωμογραφικά έπακριφως γνωστή, πρακτικά έπαυε να χρησιμοποιείται περίπου 8 αιώνας νεώτερα από τη δημιουργία της «Γέννησης»¹².

Τό πρόνοιο χρώμα της γής, στο κάτω μέρος της εικόνας (εικ. 4 και 5), φαίνεται να διαφέρει όπτικά από τό πρόνοιο χρώμα του καπέλου του βοσκού, που άτκειται δεξιάότερα (εικ. 5). Καί τό δύο παρασιαιδίε ένα βαθμό απορροφητικότητας μεταξύ 75% και 100%. Πρόκειται μάλλον για «**verdigris**», $Cu_2(C_2H_3O_2)_2 \cdot 2Cu(OH)_2$ ή «**green earth**» (ένυδρο πυριτικό άλας Mg, Al, K και δι-όθενος Fe), χρωματικές ουσίες γνωστές από τους κλασσικούς χρόνους με μεγάλη συνηθισμένη χρήση και κατά τον 16ο αιώνα¹²⁻¹³, δεδομένου ότι οι χρωματικές ουσίες με τό ίδιο ύψος ποσοστό απόρροφητικότητας στην υπέρυθρη περιοχή, όπως οι «**emerald green**», $Cu_2(C_2H_3O_2)_2 \cdot 3Cu(OH)_2$, «**chrome-green**», «**Russian blue** + $PbCrO_4$ » και «**sheel's-green**», $CuHAsO_4$, έγιναν γνωστές γύρω στο 1800¹¹.

Έδώ θά πρέπει να σημειωθεί, ότι ο «**μαλαχίτης**», $CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2$, ή τρίτη πολύ γνωστή χρωματική ουσία του 16ου αιώνα, έκτος από τις «**verdigris**» και «**green earth**», παρασιαιδίε πολύ περισσότερο διαφανής στην υπέρυθρη φωτογραφία¹⁴, άρα θά πρέπει να αποκλειστεί.

Σε τίς άφορές τίς πορτοκαλοκόκκινες χρωματικές ουσίες, έκείνη που χρησιμοποιήθηκε για τό χρωματισμό του μαζελιού της Παναγίας και των χιτώνων του ύπνρητέ με τό κανατί (κάτω άριστερά, εικ. 4), τό βοσκού με τίς φλογέρες (κέντρο δεξιά, εικ. 5) και τών άκράων έπιτημων μάγων (κέντρο άριστερά, εικ. 2), άποτελείται από **κιννάβηρι** Hg_2 ή μόνο Pb_3O_4 . Οι δύο αυτές χρωματικές ουσίες άνακόλωνα σχεδόν άδωληρωτικά την ακτινοβολία έκπομπής της φωτεινής πηγής και παρασιαιδίε τελείως λευκές στην υπέρυθρη φωτογραφία. Όλες οι ύπολοιπες κόκκινες χρωματικές ουσίες με τό ίδιο σχεδόν μηδενικό ποσοστό απορροφητικότητας, όπως οι «**cadmium red**», $CdS(Sr)$, «**para red**», $Cu_2Hg_2N_2O_8$, και «**lithol red**», $C_2H_3N_2O_8$, έχουν άρχειο να χρησιμοποιούνται μόνο πριν από 100 χρόνια, ένα νεότερες άλλες, οι «**Co-Red Lithopone**», $CdS(Sr)$ + $BaSO_4$, «**Sb-vermillion**», Sb_2S_3 , «**Cr-orange**», $PbCrO_4$, $Pb(OH)_2$ και «**Mo-orange**», $PbCrO_4$, $2PbSO_4$, $PbMoO_4$, με άγνωστη συμπεριφορά στην υπέρυθρη περιοχή, δεν ήταν γνωστές πριν από δύο αιώνας. Τέλος ή «**orange lake**» (όργανική χρωματική ουσία) έχει τελείως διαφορετική χρωματική χροιά από έκείνη τών πορτοκαλοκόκκινων χρωματικών

ουσιών της «Γέννησης». Έπ' όσον ή διαδικασία τό άποκλεισμού τών χρωματικών ουσιών που ακολουθείται με όση τό δεδομένα που προαναφέρθηκαν είναι συστηματική, δεν θά πρέπει να αποκλειστεί τελείως ή «**realgar**» (As_2S_3), με άγνωστη συμπεριφορά στην υπέρυθρη περιοχή. Έχει την ίδια περιοχή χρωματική χροιά με τό μίνιο, με πολύ μικρότερη όμως συχνότητα χρήσης άπ' αυτό¹¹.

Η βαθιά κόκκινη χρωματική ουσία στο μαζούρι της Παναγίας, με ποσοστό απορροφητικότητας περίπου 70%, έχει άναμφισβότα σόν όση τό όδειξο του σιδήρου, Fe_2O_3 , δεδομένου ότι όλες οι «**ochres**», Fe_2O_3 + Al_2O_3 , $2SiO_2$, $2H_2O$ + SiO_2 και οι «**siaticites**», Fe_2O_3 , χρωματικές ουσίες εύρυστα γνωστές από τους κλασσικούς χρόνους άσ σήμερα, παρουσιάζουν τό ύψηλότερο ποσοστό απορροφητικότητας στην υπέρυθρη περιοχή (περίπου 75%), άπ' όλες τίς κόκκινες χρωματικές ουσίες.

Παράτηρηση στο μεταλλογραφικό μικροσκόπιο - Ηλεκτρονική μικροανάλυση

Η μεγάλη ποικιλία τών χρωματικών ουσιών που χρησιμοποιήθηκαν, έπέβαλλε — όπως προαναφέρθηκε — τί μελέτη ενός εξαιρετικά μεγάλου άριθμού δειγμάτων.

Έγινε δειγματοληψία από 16 «φαινομενικά» διαφορετικές χρωματικές ουσίες της εικόνας. Τα δειγμάτια, με έπιφάνεια όχι μεγαλύτερη από 0,5 mm², έγκλιβωτίστηκαν σε ρητίνη πολυεστερά «έν ψυχρώ», προσατολήθηκαν κατάλληλα ώστε να παρουσιάζουν τί μικροστρωματογραφική τους σύνθεση σε κάθετη τομή και λειάνθηκαν με χαρτί καρβιδίου τό πυριτίου «έν ηρώ». Στή συνέχεια, άφου παρατηρήθηκαν και φωτογραφήθηκαν (δειγμάτια 1 έως 16) στο μεταλλογραφικό μικροσκόπιο με πολωμένο φως και μεγεθνώσει $\times 250$ και $\times 450$, μελετήθηκαν σόν ήλεκτρονικό μικροαναλυτή τύπου Microscan 5 (της Cambridge Scientific Instruments) τό έργαστηριο της Κοιτασματολογίας τό Πανεπιστημίου Άθηνών). Για τό σκοπό αυτό ή έπιφάνεια τών δειγμάτων, μετά τί λείανση, καλύφθηκε από λεπτό στρώμα γραφίτη, πάχους όχι μεγαλύτερο από 20 Å ώστε να γίνει άγώγιμη.

Τά άποτελέσματα τίς μικροσκοπικής παρατήρησης και τίς μελέτες με την ήλεκτρονική μικροανάλυση δίνονται σόν πίνακα 1.

Για τών προετοιμασία της εικόνας χρησιμοποιήθηκε $CaSO_4$ σταθερού πάχους (Ca 26% - 28%, S 17% - 18%). Στά χρωματικά στρώματα ένοπτιοστικαν κατά κύριο λόγο όργανικες χρωματικές ουσίες περίπου όμοίωμορα κονιοποιημένες, πάχους κυμαινόμενου από 10 έως 35 μm. Είναι χαρακτηριστικό ότι χρησιμοποιήθηκαν διάφορες άχρες (δειγμάτια 2, 3, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13) πρόκειται για όργανοχημικές έννοιες, Al_2O_3 , $2SiO_2$, $2H_2O$ + χαλαία SiO_2 , στις όποιες τό χρώμα δίνεται από άνυδρο όξειδια του σιδήρου, Fe_2O_3 - αιαστική, ή ένυδρα όξειδια του σιδήρου $Fe_2O_3 \cdot H_2O$ - λευμανίτης, που έδωσαν τών πορτοκαλοκόκκινες ή βαθιά έρυθροκόκκινη χροιά σε μεγάλο άριθμό δειγμάτων. Ένοπτιοστικαν έπίσης οι χρωματικές κιννάβη (H₂S) (δειγμάτι 1) με χαρακτηριστική κηρίδη χροιά στο μικροσκόπιο, μίγματα άσφαιτη $2CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2$ και «**μαλαχίτη**», $Cu_2(C_2H_3O_2)_2 \cdot 3Cu(OH)_2$ ή λευκό τό μολύβδου (Pb-white) $2PbCO_3$, $Pb(OH)_2$ (δειγμάτι 4) και «**green**

earth» (ένυδρο πυριτική ένωση Mg, Al, K και δι-όθενος Fe) (δειγμάτι 6).

Η παρουσία τό λευκού τό μολύβδου ήταν κοινή τό όλα τά δειγμάτια που μελετήθηκαν (σχήματα 1). Συνατήθηκε είτε σε πλήρη άνάμειξη με τί χρωματική ουσία είτε σόν λεπτό στρώμα στην έπιφάνεια της (δειγμάτι 2, σχήμα 1), έκτος από τό δειγμάτι 5, όπου χρώμα τό άσφαιτη, όπου παρεμβάλλεται μεταξύ τό στρωμάτων τίς χρωματικές ουσίας και τίς προετοιμασίες της εικόνας.

Στό ίδιο σχήμα παρατηρούμε ότι τό Al, Si και Mg, στο χρώμα τό λευκού, τό μολύβδου ήταν κοινή τό όλα τά δειγμάτια που μελετήθηκαν (σχήματα 1). Συνατήθηκε είτε σε πλήρη άνάμειξη με τί χρωματική ουσία είτε σόν λεπτό στρώμα στην έπιφάνεια της (δειγμάτι 2, σχήμα 1), έκτος από τό δειγμάτι 5, όπου χρώμα τό άσφαιτη, όπου παρεμβάλλεται μεταξύ τό στρωμάτων τίς χρωματικές ουσίας και τίς προετοιμασίες της εικόνας.

Πρέπει να σημειωθεί ότι τά δειγμάτια 14 και 15 έχουν, κατά πάσα πιθανότητα, όργανική προέλευση, άκόλουθόν άναμειξη τών συστατικών τό σιδήρου άσ αναγκαία τίς άχρες, όπως προαναφέρθηκε.

Πρέπει να σημειωθεί ότι τά δειγμάτια 14 και 15 έχουν, κατά πάσα πιθανότητα, όργανική προέλευση, άκόλουθόν άναμειξη τών συστατικών τό σιδήρου άσ αναγκαία τίς άχρες, όπως προαναφέρθηκε.

Πρέπει να σημειωθεί ότι τά δειγμάτια 14 και 15 έχουν, κατά πάσα πιθανότητα, όργανική προέλευση, άκόλουθόν άναμειξη τών συστατικών τό σιδήρου άσ αναγκαία τίς άχρες, όπως προαναφέρθηκε.

Πρέπει να σημειωθεί ότι τά δειγμάτια 14 και 15 έχουν, κατά πάσα πιθανότητα, όργανική προέλευση, άκόλουθόν άναμειξη τών συστατικών τό σιδήρου άσ αναγκαία τίς άχρες, όπως προαναφέρθηκε.

Πρέπει να σημειωθεί ότι τά δειγμάτια 14 και 15 έχουν, κατά πάσα πιθανότητα, όργανική προέλευση, άκόλουθόν άναμειξη τών συστατικών τό σιδήρου άσ αναγκαία τίς άχρες, όπως προαναφέρθηκε.

Πρέπει να σημειωθεί ότι τά δειγμάτια 14 και 15 έχουν, κατά πάσα πιθανότητα, όργανική προέλευση, άκόλουθόν άναμειξη τών συστατικών τό σιδήρου άσ αναγκαία τίς άχρες, όπως προαναφέρθηκε.

Πρέπει να σημειωθεί ότι τά δειγμάτια 14 και 15 έχουν, κατά πάσα πιθανότητα, όργανική προέλευση, άκόλουθόν άναμειξη τών συστατικών τό σιδήρου άσ αναγκαία τίς άχρες, όπως προαναφέρθηκε.

Πρέπει να σημειωθεί ότι τά δειγμάτια 14 και 15 έχουν, κατά πάσα πιθανότητα, όργανική προέλευση, άκόλουθόν άναμειξη τών συστατικών τό σιδήρου άσ αναγκαία τίς άχρες, όπως προαναφέρθηκε.

Πρέπει να σημειωθεί ότι τά δειγμάτια 14 και 15 έχουν, κατά πάσα πιθανότητα, όργανική προέλευση, άκόλουθόν άναμειξη τών συστατικών τό σιδήρου άσ αναγκαία τίς άχρες, όπως προαναφέρθηκε.

Πρέπει να σημειωθεί ότι τά δειγμάτια 14 και 15 έχουν, κατά πάσα πιθανότητα, όργανική προέλευση, άκόλουθόν άναμειξη τών συστατικών τό σιδήρου άσ αναγκαία τίς άχρες, όπως προαναφέρθηκε.

Πρέπει να σημειωθεί ότι τά δειγμάτια 14 και 15 έχουν, κατά πάσα πιθανότητα, όργανική προέλευση, άκόλουθόν άναμειξη τών συστατικών τό σιδήρου άσ αναγκαία τίς άχρες, όπως προαναφέρθηκε.

Πρέπει να σημειωθεί ότι τά δειγμάτια 14 και 15 έχουν, κατά πάσα πιθανότητα, όργανική προέλευση, άκόλουθόν άναμειξη τών συστατικών τό σιδήρου άσ αναγκαία τίς άχρες, όπως προαναφέρθηκε.

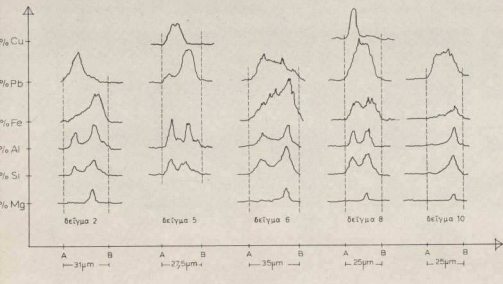
Πρέπει να σημειωθεί ότι τά δειγμάτια 14 και 15 έχουν, κατά πάσα πιθανότητα, όργανική προέλευση, άκόλουθόν άναμειξη τών συστατικών τό σιδήρου άσ αναγκαία τίς άχρες, όπως προαναφέρθηκε.

Πρέπει να σημειωθεί ότι τά δειγμάτια 14 και 15 έχουν, κατά πάσα πιθανότητα, όργανική προέλευση, άκόλουθόν άναμειξη τών συστατικών τό σιδήρου άσ αναγκαία τίς άχρες, όπως προαναφέρθηκε.

Πρέπει να σημειωθεί ότι τά δειγμάτια 14 και 15 έχουν, κατά πάσα πιθανότητα, όργανική προέλευση, άκόλουθόν άναμειξη τών συστατικών τό σιδήρου άσ αναγκαία τίς άχρες, όπως προαναφέρθηκε.

Πρέπει να σημειωθεί ότι τά δειγμάτια 14 και 15 έχουν, κατά πάσα πιθανότητα, όργανική προέλευση, άκόλουθόν άναμειξη τών συστατικών τό σιδήρου άσ αναγκαία τίς άχρες, όπως προαναφέρθηκε.

Αριθμός Δείγματος	Μακροσκοπική Χροιά	Θέση δείγματος στην εικόνα	Μικροσκοπική περιγραφή της κόβτης τομής.	Χημική σύσταση* % κ.θ.	Συμπεράσματα
1	κόκκινο	Μαξιλάρη της Παναγίας (κέντρο)	Λεπτό πορτοκαλί-κόκκινο στρώμα με χαρακτηριστική κηρώδη χροιά.	Pb 14 Al 1χνη S 8 Hg 25 Si 1	Στρώμα από κιννάβαρι άναμειγμένο με λευκό του μολύβδου. Υπάρχει αντίστοιχα των στοιχείων Pb-Hg-S
2	κόκκινο	Μαξίρη της Παναγίας (κέντρο)	Λεπτό κατακεραματισμένο λευκό στρώμα καλύπτει βαθύ κόκκινο στρώμα.	Fe 1-2.5-14 ⁺ ** Pb 4-30-3 ⁺ Al 3.5-6 Si 5 Mg 2	Πολύ λεπτό στρώμα λευκού του μολύβδου καλύπτει στρώμα άχρας αιματιτικής προέλευσης (πλούσια σε Fe ₂ O ₃).
3	κόκκινο	Ένδυμα που περιβάλλει τους μπουός της καθιστής μαζής (κάτω άριστερά)	Κόκκινο στρώμα σχεδόν άμοιο με το παραγόμενο μικρότερης όμως πυκνότητας	Fe 2 Pb 14-22 Al 2.5 - 6.5 Si-3	Στρώμα άχρας πολύ άραιομένης σε λευκό του μολύβδου πλήρης αντίστοιχία Fe-Pb
4	λευκό	Βράχος που αναπαύεται η Παναγία (κέντρο)	Λευκό στρώμα σταθερού πάχους	Pb 51 Si 0.5 Al 0.5	Λευκό του μολύβδου
5	μπλέ με ελαφρά πράσινη χροιά	Χιτώνας της καθιστής μαζής (κάτω άριστερά)	Πράσινο-μπλέ στρώμα σταθερού πάχους	Cu 45 Pb 32 Al 1-4 Si 0.5-3.5	Στρώμα μίγματος ελαυρίτη-μαλαχίτη καλύπτει πολύ λεπτό στρώμα λευκού του μολύβδου
6	πράσινο άνοιχτό	Καπέλλα του ποιμένα (κάτω δεξιά)	Λεπτό λευκό στρώμα καλύπτει πράσινο άνοιχτό στρώμα, άμοιομορφο, κονιοποιημένο, σταθερού πάχους	Pb 17-27+K Fe 1, 3 - 2 ⁺ Al 4.5 Si 7 Mg 2	Λεπτό στρώμα λευκού του μολύβδου καλύπτει στρώμα από «green earth»
7	κίτρινο-καφέ	Μανούλια του ποιμένα (κάτω-δεξιά)	Καφέ άνοιχτό στρώμα, με διάσπαρτους μικρούς κόκκους Fe ₂ O ₃	Fe 6 - 7.5 Pb 15 Al 3.5 - 5 Si 6-8	Άχρα λευμιωντικής προέλευσης άναμειγμένη με λευκό του μολύβδου. Πλήρης αντίστοιχία Fe-Pb.
8	γκρι-πράσινο άνοιχτό με ελαφρά κίτρινη χροιά	Βράχος (κάτω-κέντρο)	Γκρι-καφέ άνοιχτό στρώμα σταθερού πάχους με διάσπαρτους πράσινους κόκκους.	Pb 2-5-30+ Si 6.5 Fe 1-2 - 3+Mg 0.5 Cu 9 Al 2	Λεπτό στρώμα από πράσινο του χαλκού καλύπτει στρώμα άχρας λευμιωντικής προέλευσης πολύ άραιομένης σε λευκό του μολύβδου.
9	γκρι-καφέ σκούρο	Μανούλια του ψωφου (κάτω-κέντρο)	Στρώμα καφέ σκούρο σταθερού πάχους άμοιομορφο, κονιοποιημένο με διάσπαρτους μιάρους κόκκους.	Fe 8-14 (max) Pb 9 Al 4 Si 6.5 Mg 0.5	Στρώμα άχρας λίγο άραιομένης σε λευκό του μολύβδου πλήρης αντίστοιχία Fe-Pb
10	κόκκινο-καφέ	Άλογο του μεσαίου μάνου (κέντρο άριστερά)	Λεπτότατο λευκό στρώμα καλύπτει κόκκινο-καφέ στρώμα άμοιομορφο κονιοποιημένο, σταθερού πάχους με πολλούς διάσπαρτους κόκκους Fe ₂ O ₃	Fe 0 - 8.5Mn 1χνη Pb 21-14 ⁺ Al 4 - 7 Si 6-10 Mg 0.5	Στρώμα λευκού του μολύβδου καλύπτει στρώμα άχρας.
11	καφέ-σκούρο	Σκόλος (κάτω-δεξιά)	Κόκκινο-καφέ στρώμα σταθερού πάχους με διάσπαρτους πορτοκαλείς και κόκκινους κόκκους Fe ₂ O ₃	κόκκοι Hg, S Pb 12 Fe 3 Al 2.5 Si 4	Στρώμα άχρας άναμειγμένης με κιννάβαρι και λευκό του μολύβδου. πλήρης αντίστοιχία Hg-S-Fe-Pb.
12	καφέ-σκούρο	Δορκίδα (κάτω-δεξιά)	Βαθύ κόκκινο καφέ στρώμα σταθερού πάχους άμοιομορφο κονιοποιημένο.	Fe 8 Pb 23 Si 2.5 Al 1	Στρώμα άχρας άναμειγμένη με λευκό του μολύβδου πλήρης αντίστοιχία Fe-Pb
13	ροζ	Κάμπος του βοσκού με τη φλόγρη (κέντρο-δεξιά)	Ροζ άνοιχτό στρώμα σχεδόν άμοιομορφος σύνθεσης, σταθερού πάχους	Fe 1-1 Cl Pb 4-37 K Al 3 Si 0.5	Στρώμα άχρας άναμειγμένης με λευκό του μολύβδου πλήρης αντίστοιχία Fe-Pb
14	τριανταφυλλί	Χιτώνας του μεσαίου μάνου (κέντρο άριστερά)	Βαθύ τριανταφυλλί στρώμα σταθερού πάχους.	Pb 32 Al 3-5 Si 0.5 Mg 1 P	Κατά πάσα πιθανότητα, πρόκειται για λάκα οργανικής προέλευσης σε φορέα Al(OH) ₃ άναμειγμένη με λευκό του μολύβδου
15	μπλέ	Ένδυμα που σκεπάζει τους μπουός της Παναγίας (κέντρο)	Κατακεραματισμένο μπλέ-γαλάζιο στρώμα κατά τμήους βαθύτερο ή άνοιχτότερο.	Pb 40 1χνη Fe, Cu, Mg, Na, Al, Si, Cl.	Μπλέ οργανικής προέλευσης (ισως «indigo»)
16	μαύρο	Χωπλιά (κέντρο)	Γκρι-μαύρο στρώμα άμοιομορφος σύνθεσης άκανόνιστου πάχους	Fe 3-5 Pb 3 Si 8 Al 3 - 4 P, Ca, Cl, K.	Στρώμα άχρας άναμειγμένης με μαύρη χρωματική οργανικής προέλευσης και ελάχιστο λευκό του μολύβδου πλήρης αντίστοιχία Fe - Pb

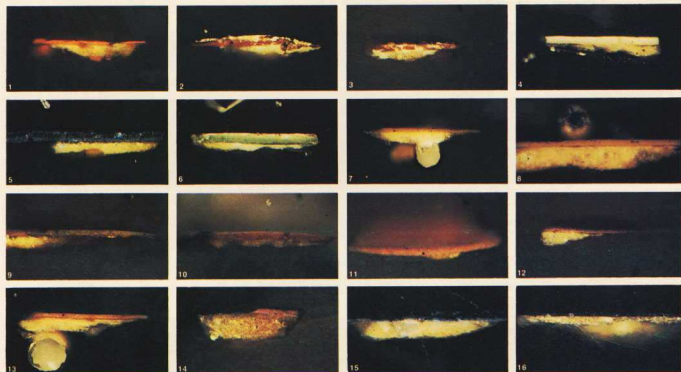


Σχήμα 1

Κατανομή των στοιχείων Cu, Pb, Fe, Al, Si και Mg στην ευθεία ΑΒ κατά μήκος της οποίας έγινε η δόρωση της ηλεκτρονικής δέσμης στην κάθετη τομή των δειγμάτων 2,5,6,8 και 10. Το πάχος των χρωματικών στρωμάτων φαίνεται στον οριζόντιο άξονα. Ο κάθετος άξονας παρουσιάζει σχηματικά, τις σχετικές συγκεντρώσεις των στοιχείων που αναγνωρίστηκαν, δεδομένου ότι δεν χρησιμοποιήθηκε κατά συστηματικό τρόπο η ίδια κλίμακα μετρήσεων.

όχι όρκευτο, δεδομένου ότι εντοπίστηκαν Ca ή P, χαρακτηριστικά στατιστικά των δατών.

Γενικά όλες σχεδόν οι χρωστικές ουσίες που αναγνωρίστηκαν χρησιμοποιήθηκαν εύρυστα κατά τον 15ο αιώνα^{11, 12} χωρίς, όμως, να αποτελούν τις χαρακτηριστικές για την εποχή τους, δεδομένου ότι η χρήση τους συνεχίστηκε σχεδόν ως τις μέρες μας.



Βιβλιογραφία

1. Χ. ΜΠΑΛΤΟΓΙΑΝΝΗ, Πρόγραμμα επιστημονικών ανακοινώσεων της ΧΑΕ, 10.6.1977.
2. Ι. ΧΡΥΣΟΥΛΑΚΗ, Μέθοδοι επιστημονικής ανάλυσης των παλαιών έργων τέχνης με φωτογραφία υπεριώδους ακτινοβολίας ανάκλασης και ηλεκτρονική μικροανάλυση, Τριμηνιαία επιστημονική έκδοση ΤΕΕ 3/1979.
3. Ι. ΧΡΥΣΟΥΛΑΚΗ, Προκαταρκτικά μιάς πραγματογνωμοσύνης ΖΥΓΟΣ No. 38, Νοέμβριος-Δεκέμβριος 1979.
4. Ι. ΧΡΥΣΟΥΛΑΚΗ, Εισαγωγή στην επιστημονική ανάλυση των παλαιών έργων τέχνης με φωτογραφία υπεριώδους ακτινοβολίας ανάκλασης και ηλεκτρονική μικροανάλυση, Τριμηνιαία επιστημονική έκδοση ΤΕΕ 3/1979.
5. L. FAILLANT-DUMAS, L'utilisation de la photo IR dans l'étude de pa peinture. Bulletin du Laboratoire du Musée du Louvre 12, (1968) p. 32-45.
6. M. FARNSWORTH, Infrared absorption of

paint materials Technical studies II (1938), p. 88

7. M. DERIBÉRE, La photographie a l'infrarouge, Dunod, Paris (1943).

8. KODAK, Applied Infrared photography, Eastman KODAK Company, M-28, (1972).

9. H.L. GIBSON, Photography by infrared John Wiley and Sons (1978).

10. D.V. THOMPSON, The materials and Techniques of medieval paintings. Dover Publ. Inc. New York (1956).

11. R. GETTENS, G. STOUT, Painting Materials. A short encyclopaedia. Dover Pub. Inc. New York (1966).

12. H. KÜHN, Terminal dates for Paintings derived from pigments analysis. Application of Science in Examination of Works of Art, W.S. YOUNG, Museum of Fine Arts, Boston, (1973), 6.199-205.

13. H. KÜHN, Verdigris and copper resinate, Studies in Conservation, 15, (1970) σ. 12-36.

14. Φ. ΚΟΝΤΟΓΛΟΥ, Έκθερασις Ι, Τόμος ΑΣΤΗΡ, Αθήναι (1979).

"Nativity", an icon of the Cretan School, of the first Post-byzantine Period. A study of its layer-structure by IR and electronic microanalysis.

This article gives the results of the IR and electronic microanalysis observations of an icon belonging to the Byzantine Museum. The qualitative analysis of pigments has shown original details of the icon, which could not be seen with bare eye, as well as other technical details due to restoration and additions.