

Ερευνητική εργασία**Η επίδραση του θερμικού κύκλου οπτήσεως, στο χρώμα του μεταλλοκεραμικού συμπλέγματος***

Α. Αντωνόπουλος**, Χ. Δαμιανάκου***, Ι. Νικέλλης****, Α. Τριποδάκης***

Μεταβολές του κύκλου οπτήσεως του μεταλλοκεραμικού συμπλέγματος (χρόνος - θερμοκρασία) οδηγούν σε τροποποίηση του βαθμού ωριμάνσεως της πορσελάνης με αποτέλεσμα την αλλοίωση της οπτικής συμπεριφοράς του. Σκοπός της εργασίας αυτής ήταν η διερεύνηση αυτής της αλληλεπίδρασης και η αξιολόγηση του κατά πόσον οι επιπτώσεις του κύκλου της πρώτης οπτήσεως είναι αναστρέψιμες ή μη σε επαναληπτική όπτηση.

Χρωματομετρική ανάλυση των μεταλλοκεραμικών δοκιμίων έδειξε ότι τόσο η μείωση της θερμοκρασίας όσο και του χρόνου οπτήσεως, οδηγεί σε αύξηση της φωτεινότητας και στροφή της χρωματικότητας προς το μπλε.

Οι αλλοιώσεις αυτές αμβλύνθηκαν αλλά δεν εξουδετερώθηκαν κατά τη δεύτερη όπτηση.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Κατά τη διάρκεια της εργαστηριακής κατασκευής των μεταλλοκεραμικών προσθετικών εργασιών διαπιστώνεται ότι η αισθητική επιτυχία και ιδιαίτερα η επιτυχία στο χρώμα, επηρεάζεται από τις συνθήκες οπτήσεως. Ανάλογα με την ανεπαρκή ή υπερβολική όπτηση του κεραμικού υλικού η προσθετική εργασία αποκά όψη αδιαφανή και έντονα αντανακλαστική ή αφύσικη υαλική εμφάνιση αντίστοιχα. Έτσι και τις δύο περιπτώσεις αδυνατεί να μιμηθεί την οπτική συμπεριφορά των φυσικών δοντιών. Το φαινόμενο αυτό οφείλε-

ται σε πλημμελή ωρίμανση του κεραμικού υλικού¹.

Το κεραμικό υλικό που χρησιμοποιείται για τις μεταλλοκεραμικές εργασίες αποτελείται από κρυσταλλικές ουσίες. Κατά την όπτηση, μέρος των κρυσταλλικών ουσιών τήκεται και δημιουργεί υαλικό υπόστρωμα (που σχηματίζεται συνήθως από τα SiO₂) μέσα στο οποίο εμπεριέχονται ακόμη, κρυσταλλικά στοιχεία (που κυρίως αποτελούν τα Al₂O₃)². Όταν η προσπίπτουσα ακτινοβολία διέρχεται από το ετερογενές αυτό υλικό διαχέεται, διότι τα κρυσταλλικά στοιχεία έχουν διαφορετικό συντελεστή διαθλάσεως από το διαφανές υαλικό υπόστρωμα. Έτσι η πορσελάνη μετά την όπτηση γίνεται ημιδιαφανής και μπορεί να πλησιάσει και σε ένα βαθμό να μιμηθεί με επιτυχία την «πρισματική» οπτική συμπεριφορά των φυσικών οδοντικών ουσιών^{3,4}.

Η σταδιακή μετατροπή κατά την όπτηση, της αμιγώς κρυσταλλικής μορφής σε ετερογενή ονομάζεται ωρίμανση της πορσελάνης και εξαρτάται από το βαθμό υαλοποίησης του κεραμικού υλικού². Έπίσης σχετίζεται και με την μείωση του μεγέθους και του αριθ-

* Ανακοινώθηκαν: 1ο μέρος της εργασίας στο 8ο ΠΟΣ Ρόδος 26-29 Οκτ. 1988

— 2ο μέρος της εργασίας στο 9ο ΠΟΣ. Θεσ/κη 27-30 Σεπτ. 1989 υπό μορφή ελεύθερων ανακοινώσεων.

Οδοντιατρικό Τμήμα Πανεπιστημίου Αθηνών
Τομέας Προσθετολογίας-Ακίνητη Προσθετική

** Αναπληρωτής Καθηγητής

*** Λέκτορας

**** Διδάκτωρ, Επιστημονικός Συνεργάτης

204

Α. ΑΝΤΩΝΟΠΟΥΛΟΣ, Χ. ΔΑΜΙΑΝΑΚΟΥ, Ι. ΝΙΚΕΛΛΗΣ, Α. ΤΡΙΠΟΔΑΚΗΣ

μού των παρεμβαλλομένων χώρων αέρος, που έμμεσα εξαρτάται και από το μέγεθος των κόκκων του κεραμικού υλικού, καθώς και από τον τρόπο συμπίκνωσης⁵. Προκειμένου οι χώροι αυτοί να ελαττωθούν, η όπτηση γίνεται πάντα υπό αρνητική πίεση (εν κενώ).

Ο βαθμός ωρίμανσης της πορσελάνης εξαρτάται από το χρόνο και τη θερμοκρασία όπτησης (θερμικός κύκλος όπτησης), καθώς και από τον αριθμό των όπτησεων, που στο σύνολό τους αποτελούν το θερμικό ιστορικό της προσθετικής εργασίας.

Το φαινόμενο της ωρίμανσης είναι αρκετά πολύπλοκο και επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες. Έχειδειχθεί ότι οι αλλαγές στις συνθήκες όπτησης επηρεάζουν τη σχέση υαλικού υποστρώματος και κρυσταλλικών στοιχείων, επιφέροντας έτσι τροποποίηση στη μικροδομή του κεραμικού υλικού και ως εκ τούτου στην οπτική του συμπεριφορά⁶. Δεν έχουν όμως τεκμηριωθεί συγκεκριμένες επιπτώσεις που να αφορούν αλλαγές του χρώματος.

Σκοπός της πειραματικής αυτής μελέτης είναι η διερεύνηση της επίδρασης αλλαγής του θερμικού κύκλου όπτησης στο βαθμό ωρίμανσης της πορσελάνης όπως αυτή σχετίζεται με τη μεταβολή του χρώματός της.

ΜΕΘΟΔΟΣ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ

α. Κατασκευή Δοκιμίων

Κατασκευάστηκαν 225 μεταλλοκεραμικά δοκίμια. Χρησιμοποιήθηκε φύλλο κεριού* πάχους 0,2 χιλ. που κόπηκε με τη βοήθεια δακτυλίου χαλκού σταθερής διαμέτρου 1,2 χιλ. Μετά την επένδυση με πυρόχλωμα έγινε η χύτευση με κράμα Cr-Ni**.

Η προετοιμασία του μεταλλικού υποστρώματος και η όπτηση της αδιαφανούς πορσελάνης έγιναν σύμφωνα με τις προδιαγραφές του κατασκευαστή.

Η δόμηση του σώματος της πορσελάνης έγινε με τη βοήθεια σύριγγας χωρίς ρύγχος της οποίας το έμβολο υπολειπόταν του εξωτερικού κυλίνδρου κατά 2,5 χιλ. Έτσι, τοποθετώντας και σταθεροποιώντας το δοκίμιο στο έμβολο και επιπεδώνοντας και συμπτύκνοντας την κεραμική μάζα ισουίως με το όριο του κυλίνδρου, προέκυπτε μετά την όπτηση και συρρίκνωση, πάχος σώματος πορσελάνης περίπου 2 χιλ.

Χρησιμοποιήθηκαν τρία διαφορετικά σκευάσματα κεραμικών υλικών χαμηλής τήξεως***, που κατανεμήθηκαν σε τρεις ομάδες δοκιμίων (75 δοκίμια σε κάθε

ομάδα). Ακολούθησαν δύο όπτησεις υπό αρνητική πίεση, σε ηλεκτρονικά προγραμματισμένο φούρνο πορσελάνης**. Η προθέρμανση των δοκιμίων ήταν πάντοτε δ' σε θερμοκρασία 600°C. Κατά την πρώτη όπτηση του σώματος του κεραμικού υλικού χρησιμοποιήθηκαν 5 ομάδες θερμοκρασίας όπτησης (990°-960°-930°-900°-870°) και 3 ταχύτητες ανόδου θερμοκρασίας Θερμικού κύκλου όπτησης. Η κάθε ομάδα περιείχε 5 δοκίμια (3 × 5 × 5=75 δοκίμια). Κατά τη δεύτερη όπτηση όλα τα δοκίμια όπτήθηκαν στη θερμοκρασία και το χρόνο που ορίζει ο κατασκευαστής για κάθε είδος σκευάσματος πορσελάνης.

β) Χρωματομετρική Ανάλυση.

Για την χρωματομετρική ανάλυση των δοκιμίων χρησιμοποιήθηκε ηλεκτρονικό χρωματομέτρο*** στο χρωματικό σύστημα τριών διαστάσεων C.I.E. (L,a,b). Η αξιολόγηση έγινε μετά από κάθε όπτηση. Για κάθε ομάδα υπολογίστηκε ο μέσος όρος των τιμών και η σταθερά απόκλιση και ακολούθησε στατιστική ανάλυση των μετρήσεων με την ανάλυση διασποράς (ANOVA).

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Στην ανάλυση της διασποράς συσχετίστηκαν οι τρεις παράμετροι μεταξύ τους δηλαδή θερμοκρασία, ταχύτητα ανόδου θερμοκρασίας και υλικό.

Τα αποτελέσματα βρέθηκε ότι εξαρτώνται και από τις τρεις παραμέτρους καθώς και το συγκεκριμένο συνδυασμό θερμοκρασίας, ταχύτητας ανόδου και υλικού.

Οι μετρήσεις εξαρτώμενες από τους τρεις αυτούς παράγοντες διέφεραν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους (p<0,01).

Στη συνέχεια συσχετίστηκε ξεχωριστά το κάθε υλικό με την ταχύτητα ανόδου και τη θερμοκρασία.

Συγκεκριμένα:

Τόσο η μείωση της θερμοκρασίας όσο και η αύξηση της ταχύτητας ανόδου (μείωση του χρόνου όπτησης) επέφεραν γενικά σημαντική αύξηση της φωτεινότητας (L) (Εικ. 1) και η στροφή της χρωματικότητας (Chromatisity)^{8,9} προς το μπλε στον άξονα b (κίτρινο - μπλε) (Εικ. 2). Στον άξονα a (πράσινο - κόκκινο) δεν εμφανίστηκαν αξιολόγες χρωματικές διαφορές. (Εικ. 3).

Μετά τη δεύτερη όπτηση όλες οι παραπάνω διαφορές αμβλύνθηκαν αλλά δεν εξουδετερώθηκαν πλήρως, δεδομένου ότι οι μετρήσεις συνέχισαν να διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους (p<0.001)

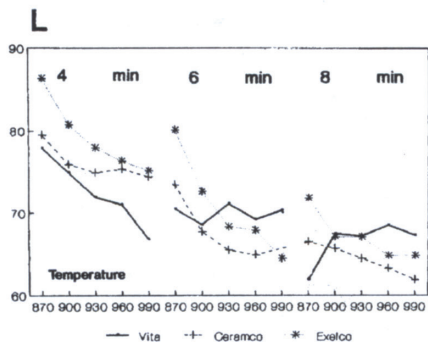
* Multiwax Microcrystalline Dental Wax Special Quality

** Rex III, Jeneris Gold Co., Div of Jeneric Industries, Inc., Wallingford, CT 06492 USA.

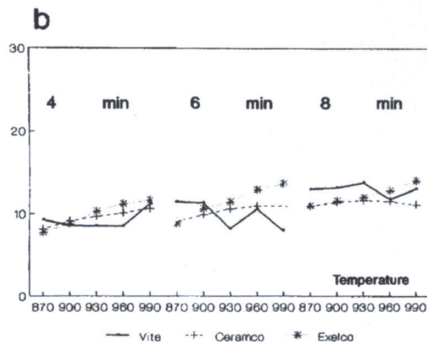
*** Ceramco, Excelco, Vita VMK68

** Vita Vacumat 200

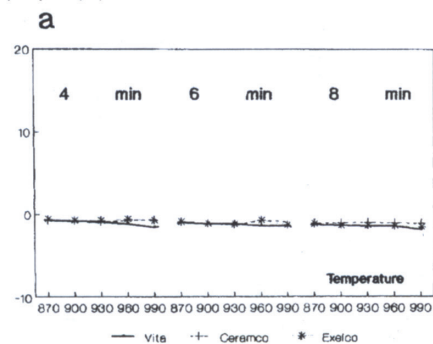
*** Hunter, Lub Scan



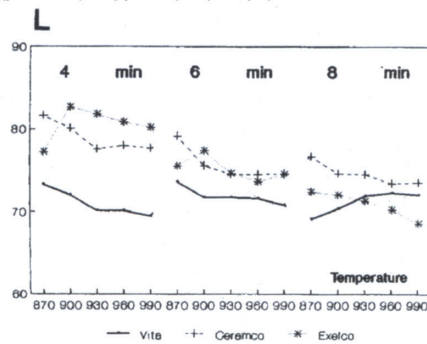
Εικ. 1. Μεταβολές της φωτεινότητας (L) των τριών σκευασμάτων, σε σχέση με τη θερμοκρασία και το χρόνο οπτήσεως μετά την 1η όπτηση.



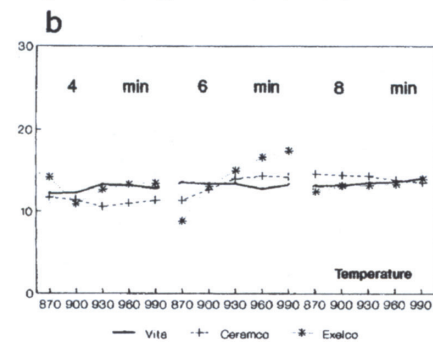
Εικ. 2. Μεταβολές της χρωματικότητας των τριών σκευασμάτων στον άξονα κίτρινο-μπλέ (b), σε σχέση με τη θερμοκρασία και το χρόνο οπτήσεως μετά την 1η όπτηση.



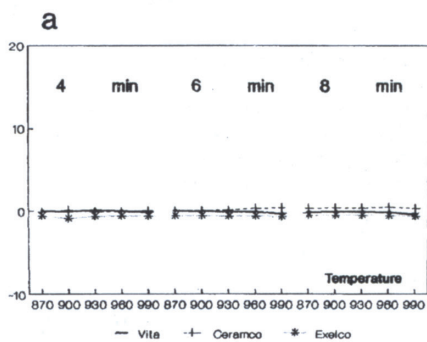
Εικ. 3. Μεταβολές της χρωματικότητας των τριών σκευασμάτων στον άξονα πράσινο-κόκκινο (a), σε σχέση με τη θερμοκρασία και το χρόνο οπτήσεως μετά από την 1η όπτηση.



Εικ. 4. Μεταβολές της φωτεινότητας (L) των τριών σκευασμάτων σε σχέση με τη θερμοκρασία και το χρόνο οπτήσεως μετά τη 2η όπτηση.



Εικ. 5. Μεταβολές της χρωματικότητας των τριών σκευασμάτων στον άξονα κίτρινο-μπλε (b) σε σχέση με τη θερμοκρασία και το χρόνο οπτήσεως μετά τη 2η όπτηση.



Εικ. 6. Μεταβολές της χρωματικότητας των τριών σκευασμάτων στον άξονα πράσινο-κόκκινο (a) σε σχέση με τη θερμοκρασία και το χρόνο οπτήσεως μετά τη 2η όπτηση.

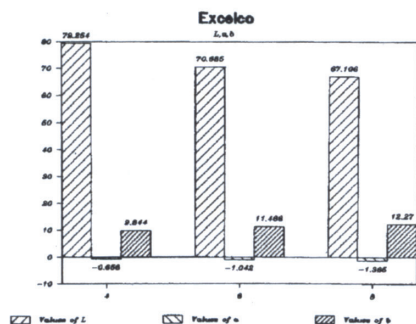
(Εικ.4.5,6). Μεγαλύτερες διαφορές παρουσίασαν τα σκευάσματα Exelco και Ceramco ενώ το σκεύασμα

Vita μικρότερες.

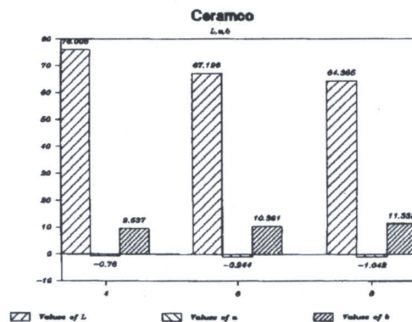
Στις εικόνες 7,8,9 παρουσιάζονται τα ιστογράμματα

206

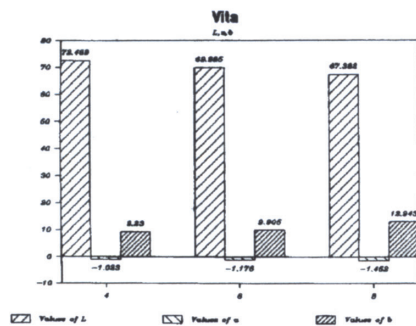
Α. ΑΝΤΩΝΟΠΟΥΛΟΣ, Χ. ΔΑΜΙΑΝΑΚΟΥ, Ι. ΝΙΚΕΛΛΗΣ, Α. ΤΡΙΠΟΔΑΚΗΣ



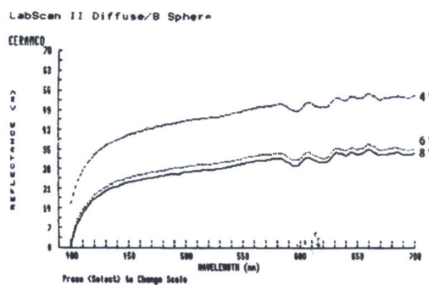
Εικ. 7. Μεταβολές της χρωματικότητας (L, a, b) επί του συνόλου των δοκιμών του σκευάσματος Excelco, σε σχέση με το χρόνο οπτήσεως 4', 6', 8' μετά την 1η όπτηση.



Εικ. 8. Μεταβολές της χρωματικότητας (L, a, b) επί του συνόλου των δοκιμών του σκευάσματος Ceramco, σε σχέση με το χρόνο οπτήσεως 4', 6', 8', μετά την 1η όπτηση.



Εικ. 9. Μεταβολές της χρωματικότητας (L, a, b) επί του συνόλου των δοκιμών του σκευάσματος Vita, σε σχέση με το χρόνο οπτήσεως 4', 6', 8' μετά την πρώτη όπτηση.



Εικ. 10. Καμπύλη κατανομής φασματικής ενεργείας ανακλάσεως τριών δοκιμών που οπτήθηκαν σε χρόνο 4', 6', 8' σε θερμοκρασία 960°C του σκευάσματος Ceramco.

των μετρήσεων (L,a,b) της πρώτης οπτήσεως κάθε σκευάσματος σε σχέση με το χρόνο οπτήσεως. Είναι εμφανής η γραμμική αύξηση της φωτεινότητας μειωμένου του χρόνου οπτήσεως σε όλα τα σκευάσματα, καθώς και η τροποποίηση της χρωματικότητας στον άξονα b. Οι διαφορές αυτές ήταν επίσης στατιστικώς σημαντικές ($P < 0.001$).

ΣΥΤΗΤΗΣΗ

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι υπάρχει άμεση επίδραση του κύκλου οπτήσεως στο χρώμα του κεραμικού υλικού.

Αύξηση του χρόνου οπτήσεως και αύξηση της θερμοκρασίας οδήγησαν σε χρωματικότητα χαμηλότερης φωτεινότητας (L), και στροφή προς το κίτρινο στον άξονα b. Έχει δείχθει ότι κατά τη διάρκεια αργού κύκλου οπτήσεως ο αέρας που εμπεριέχεται στους χώ-

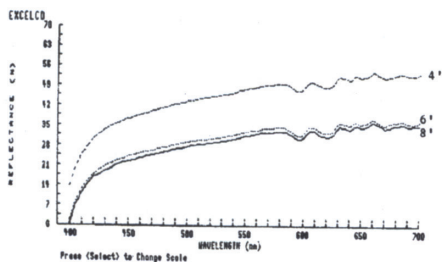
ρους μεταξύ των κεραμικών κόκκων απελευθερώνεται ευκολότερα, αντίθετα όταν η ταχύτητες αυξάνει και ο χρόνος οπτήσεως μειώνεται πολύ λίγος αέρας διαφεύγει⁶. Ο αέρας που απομένει στο εσωτερικό του κεραμικού υλικού υπό μορφή μικρών φυσαλλίδων οδηγεί σε αυξημένη διάχυση της προσπίπτουσας ακτινοβολίας αυξάνοντας έτσι τη αδιαφάνεια του υλικού που στη φάση αυτή, έχει ανεπαρκή ωρίμανση². Το γεγονός αυτό εξηγεί τη μείωση της φωτεινότητας που παρατηρήθηκε στην εργασία αυτή μετά από την αύξηση του χρόνου οπτήσεως.

Ανάλογες μεταβολές ακολουθούν και την όπτηση σε χαμηλότερη θερμοκρασία. Επειδή το προϊόν μιας τέτοιας οπτήσεως χαρακτηρίζεται από μειωμένη υαλική φάση, επόμενο είναι μεγάλο μέρος από τον εμπεριεχόμενο αέρα, να παραμείνει εγκλωβισμένος μέσα στους ενδιάμεσους χώρους των κόκκων του κεραμικού υλικού που δεν έχουν τακεί.

ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ ΟΠΤΗΣΕΩΣ ΚΑΙ ΧΡΩΜΑ ΜΕΤΑΛΛΟΚΕΡΑΜΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

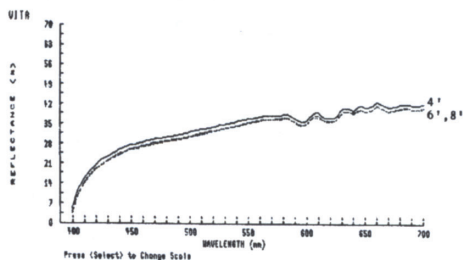
207

LabScan II Diffuse/S Sphere



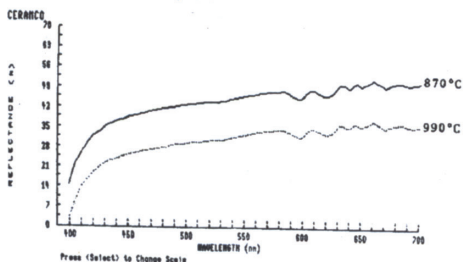
Εικ. 11. Καμπύλη κατανομής φασματικής ενέργειας αντανακλάσεως τριών δοκιμίων που οπτήθηκαν σε χρόνο 4', 6', 8' και σε θερμοκρασία 960°C του σκευάσματος Exceico.

LabScan II Diffuse/S Sphere



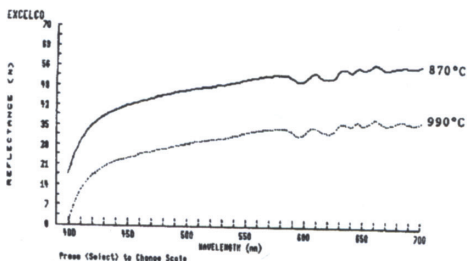
Εικ. 12. Καμπύλη κατανομής φασματικής ενέργειας αντανακλάσεως τριών δοκιμίων που οπτήθηκαν σε χρόνο 4', 6', 8' και σε θερμοκρασία 960°C του σκευάσματος Vita.

LabScan II Diffuse/S Sphere



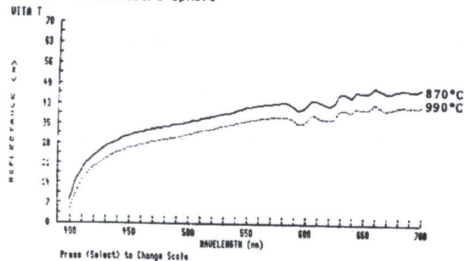
Εικ. 13. Καμπύλες κατανομής φασματικής ενέργειας 2 δοκιμίων που οπτήθηκαν σε χρόνο 6' και σε θερμοκρασία 990°C και 870°C του σκευάσματος Ceramco.

LabScan II Diffuse/S Sphere



Εικ. 14. Καμπύλες κατανομής φασματικής ενέργειας 2 δοκιμίων που οπτήθηκαν σε χρόνο 6' και σε θερμοκρασία 990°C και 870°C του σκευάσματος Exceico.

LabScan II Diffuse/S Sphere



Εικ. 15. Καμπύλες κατανομής φασματικής ενέργειας 2 δοκιμίων που οπτήθηκαν σε χρόνο 6' και σε θερμοκρασία 990°C και 870°C του σκευάσματος Vita.

Αντίθετα η αύξηση της θερμοκρασίας και επομένως η αύξηση της υαλικής φάσης μειώνει την διάχυση της

προσπίπτουσας ακτινοβολίας με αποτέλεσμα την αύξηση της διαφάνειας, μείωση της φωτεινότητας και στροφή της χρωματικότητας προς το κίτρινο. Ενώ φαίνεται ότι οι μεταβολές αυτές οφείλονται στην παρουσία ή μη αέρος στο εσωτερικό του κεραμικού υλικού^{10,11}, ανάλογες μεταβολές δεν παρατηρήθηκαν σε εργασία που εξήτασε την επίδραση της συμπύκνωσης κατά τη διάρκεια της δομίσωσης στο χρώμα του κεραμικού υλικού¹².

Αναλύοντας τις καμπύλες κατανομής φασματικής ενέργειας αντανακλάσεως ωρισμένων δοκιμίων παρατηρούμε τα εξής (Εικ. 10-15):

α) Οι καμπύλες αυτές κατά κανόνα παραμένουν ομοιογενείς, που σημαίνει ότι αναλογικά δεν τροποποιείται η κατανομή της αντανακλωμένης από τα δοκίμια ακτινοβολίας στα διάφορα μήκη κύματος του ορατού φάσματος.

β) Συγκρίνοντας τις καμπύλες δοκιμίων που ακο-

λούθησαν κύκλους οπτήσεως διαφορετικού χρόνου (Εικ. 10,11,12), παρατηρείται έντονη ποσοτική διαφορά αντανακλωμένης ακτονοβολίας και όχι ποιοτική. Η διαφορά μεταξύ του κύκλου οπτήσεως 4' και 6' είναι εξαιρετικά μεγαλύτερη από εκείνη που υπάρχει μεταξύ των 6' και 8'.

Αξιοσημείωτο είναι ότι οι διαφορές αυτές εμφανίζονται μειωμένες στην πορσελάνη Vita.

γ) Συγκρίνοντας τις καμπύλες κατανομής φασματικής ενεργείας αντανακλάσεως δύο δοκιμίων με κύκλο οπτήσεως 6' ακραίων θερμοκρασιών (Εικ. 13,14,15) διαπιστώνεται επίσης ποσοτική διαφορά και όχι ποιοτική. Το δοκίμιο που ακολούθησε κύκλο οπτήσεως χαμηλότερης θερμοκρασίας παρουσιάζει αυξημένη ποσότητα αντανακλωμένης ακτονοβολίας.

Και σε αυτή την περίπτωση τα δοκίμια της πορσελάνης Vita παρουσιάζουν λιγότερο έντονες διαφοροποιήσεις.

Οι καμπύλες αυτές εκλεκτικά απεικονίζουν τα χρωματομετρικά ευρήματα της πειραματικής αυτής εργασίας.

Μετά τη δεύτερη όπτηση η διαφοροποίηση στο χρώμα των δοκιμίων αμβλύνθηκε αλλά δεν εξουδετερώθηκε πλήρως. Δεδομένου ότι η 2η όπτηση έγινε με το φυσιολογικό κύκλο οπτήσεως (σύμφωνα με προδιαγραφές κατασκευαστών), δόθηκε η ευκαιρία αύξησης της υαλικής φάσης του δοκιμίου ανεπαρκούς ωρίμανσης λόγω μειωμένου κύκλου πρώτης οπτήσεως, με αποτέλεσμα την απελευθέρωση μεγαλύτερου μέρους του εμπεριεχομένου αέρα.

Ως εκ τούτου επήλθαν χρωματομετρικές μεταβολές που οφείλονται στην αύξηση της διαφάνειας λόγω ελαττώσεως της διαχύσεως της προσπίπτουσας ακτονοβολίας.

Αξιοσημείωτο είναι ότι στα δοκίμια αυτά, δεν επήλθε πλήρης ανάταξις των χρωματικών διαφοροποιήσεων της πρώτης οπτήσεως. Το γεγονός αυτό υπογραμμίζει την σημαντικότητα επαρκούς ωρίμανσης του κεραμικού υλικού κατά την πρώτη όπτηση.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

α) Τόσο η μείωση της θερμοκρασίας όσο και η αύξηση της ταχύτητας ανόδου (μείωση χρόνου οπτήσεως) αυξάνει τη φωτεινότητα του μεταλλοκεραμικού συμπλέγματος και στρέφει το χρώμα του προς το μπλε.

β) Η αύξηση της θερμοκρασίας και η μείωση ταχύτητας ανόδου (αύξηση χρόνου οπτήσεως) επιφέρει αντίθετες χρωματικές μεταβολές (μείωση της φωτεινότητας, στροφή προς το κίτρινο).

γ) Η δεύτερη όπτηση επέφερε άμβλυνση της χρω-

ματικής μεταβολής στη φωτεινότητα, ενώ δεν επηρέασε τις άλλες χρωματικές μεταβολές.

δ) Από τα τρία κεραμικά υλικά που χρησιμοποιήθηκαν η Vita VMK68 παρουσίασε τη μεγαλύτερη χρωματική σταθερότητα στις μεταβολές του θερμικού κύκλου οπτήσεως.

SUMMARY

Effects of changes of firing cycle in color of the ceramo metal complex

Antonopoulos A., Damianacou Ch., Nikellis J., Tripodakis A.

Changes of the firing cycle of the metal complex (time-temperature) result to alterations of the porcelain maturity leading to changes of its optical behavior.

The aim of the present study was to investigate this influence during the initial firing and evaluate whether the effects are reversible or not in a second firing.

Coloremtric analysis of ceramo metal samples that reduction of the temperature as well as the time of firing leads to increase of lightness and a shift of the samples' chromaticity towards blue. These alterations were shallowed but not diminished completely after the second firing.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- 1 Τριποδάκης Α.: Μεταλλοκεραμικές αποκαταστάσεις. Κεφ.17 «Σύγχρονη Ακίνητη Προσθετική» υπό Αλεξ. Αντωνόπουλου. Εκδόσεις Μπονισέλ, Αθήνα 1990.
- 2 McLean J.W.: «The science and art of dental ceramics-Vol.I & II» Chicago. Quintessence Publishing Co., 1980.
- 3 Claus H., Sachingen B.: Werkstoffkundliche Grundlagen der Dentalkeramik, Dental Labor 1980, 10: 1773.
- 4 Southan D.E.: The porcelain jacket crown. «Dental Ceramics Proceedings of the 1st Intern. Symposium on Ceramics» J.W. Mclean Chicago: Quintessence Publishing Co., 1983.
- 5 Αδάμ Κ.Α.: Οδοντιατρικά υλικά. Παρισιάνος Γ. Αθήνα 1973, 281-337.
- 6 Claws H.: «The structure and Microstructure of Dental Porcelain in Relationship to the Firing Conditions». Int. J. Prosthodont., 1989 2(4): 376-384.
- 7 Τριποδάκης Α.: «Χρωματομετρική μελέτη της ο-

- πτικής συμπεριφοράς του μεταλλοκεραμικού συμπλέγματος σε σχέση με το πάχος και τη χρωματική δομή του». Διδακτορική Διατριβή, Αθήνα 1986.
8. Billmeyer F.W. Jr. & Saltzman M.: «Principles of color technology» 2nd Edition, Nemiark, Interscience Publishers. 1981.
 9. Glossary of Prosthodontic terms: Saint Louis. The Journal of Prosthetic Dentistry. The C.V. Mosby Company, 5th Edition. 1987.
 10. Phillips RW. Skinner's science of dental materials: 8th ed. Philadelphia WB Saunders Co, 1982, 502-30.
 11. Vines RF, Semmelman JO: Densification of dental porcelain. J Dent Res 1957, **36**: 950-6.
 12. Evans B.D., Barghi N., Malloy M.C., Windeler A.S.: The influence of condensation method on porosity and shade of body porcelain. 1990, **63** (4): 380-89.

Διεύθυνση για ανάπτυξη:

Τριποδάκης Α.	Δαμιανάκου Χ.
Βασ. Σοφίας 92	Σεμιτέλου 7
11528 Αθήνα	11528 Αθήνα