

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Κάνοντας μια αναδρομή στο παρελθόν, διαπιστώνουμε ότι η εξέλιξη των οδοντοτεχνικών υλικών εξαρτάται άμεσα από την εξέλιξη της οδοντιατρικής επιστήμης. Έτσι, πρώτη πληροφορία που έχουμε για οδοντιατρικά υλικά, που βρήκαν εφαρμογή στην στοματική κοιλότητα, είναι από την ιστορία των Φοινίκων και αφορούσε μία περίδεση με χρυσό σύρμα, η οποία συγκρατούσε δύο πρόσθετα ανθρώπινα δόντια που έλειπαν.

Από την εποχή των Ρωμαίων και των Ετρούσκων, βρέθηκαν χρυσές γέφυρες ενώ και άλλοι λαοί είχαν χρησιμοποιήσει διάφορα υλικά για την αντικατάσταση ή διακόσμηση των δοντιών.

Η πρώτη αναφορά για κατασκευή χυτών μεταλλικών αντικειμένων γίνεται τον 11ο αιώνα (Θεόφιλος). Τον 17ο αιώνα ο Fauchard χρησιμοποίησε τεχνητά δόντια από ελεφαντόδοντο. Την ίδια περίπου εποχή ο Etienne Bourdet κατασκεύασε μια οδοντοστοιχία με μεταλλική βάση, ανθρώπινα δόντια και πορσελάνη.

Το 18ο αιώνα ο Γερμανός Pfaff χρησιμοποίησε το κερί για αποτυπώματα και έφτιαχνε γύψινα εκμαγεία. Επίσης, ο Γάλλος οδοντίατρος Dubois de Chemant κατασκεύαζε δόντια από πορσελάνη.

Τη μεγάλη όμως ανάπτυξη των οδοντοτεχνικών υλικών τη διαπιστώνουμε τον 19ο αιώνα με την ίδρυση της πρώτης πανεπιστημιακής Οδοντιατρικής Σχολής, στη Βαλτιμόρη των Η.Π.Α.

Οι εμπειρικές γνώσεις που υπήρχαν μέχρι τότε, θα μετατραπούν σε γνώσεις που στηρίζονται σε επιστημονικά δεδομένα. Σ' αυτό θα συμβάλει πολύ και η ανάπτυξη των άλλων επιστημών (Χημεία, Φυσική, Βιολογία, Μηχανική).

Το 1919 οι ΗΠΑ θα καθιερώσουν την ταξινόμηση και την τυποποίηση των οδοντιατρικών προϊόντων για να εξασφαλίσουν την παραγωγή υλικών με συγκεκριμένες επιθυμητές ιδιότητες και για συγκεκριμένη χρήση.

Τα οδοντιατρικά και οδοντοτεχνικά υλικά είναι υλικά που χρησιμοποιεί ο οδοντίατρος αλλά και ο οδοντοτεχνίτης για να κατασκευάσει προσθετι-

κές και ορθοδοντικές εργασίες που έχουν σκοπό την αποκατάσταση της λειτουργίας του στοματογναθικού συστήματος και της αισθητικής του ασθενούς.

Τα υλικά αυτά κατατάσσονται στις εξής κατηγορίες:

ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΟΔΟΝΤΙΑΤΡΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ	
1. Αποτυπωτικά υλικά	6. Κράματα
2. Οδοντιατρική γύψος	7. Πορσελάνες
3. Πυροχρώματα	8. Ορθοδοντικά σύρματα
4. Κεριά	9. Διαχωριστικά υλικά
5. Ρητίνες	10. Εκτριπτικά και στιλβωτικά υλικά

Τα διάφορα οδοντιατρικά υλικά που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή των προσθετικών εργασιών που τοποθετούνται στη στοματική κοιλότητα, μπορεί μερικές φορές να προκαλέσουν βλάβες στον οργανισμό. Ο κίνδυνος από τη χρήση των υλικών αυτών αφορά τον ασθενή, τον οδοντίατρο και τον οδοντοτεχνίτη. Τα τελευταία χρόνια η επιστήμη των οδοντιατρικών υλικών έχει δώσει πολύ μεγάλη σημασία στην τοξικότητα και τη βιοσυμβατότητα των υλικών.

Βιοσυμβατότητα είναι η συμπεριφορά και οι επιδράσεις των διαφόρων οδοντοτεχνικών υλικών απέναντι στους ιστούς του ανθρώπινου σώματος. Οι επιπτώσεις αυτές μπορεί να είναι τοπικές (στους ιστούς της στοματικής κοιλότητας) ή συστηματικές (να εκδηλώνονται δηλαδή με διάφορους τρόπους μακριά από τη στοματική κοιλότητα). Ένα υλικό είναι βιοσυμβατό όταν δεν έχει επιπτώσεις, τόσο τοπικές όσο και συστηματικές στον ανθρώπινο οργανισμό. Οι δυσάρεστες επιδράσεις που μπορεί να έχουν τα διάφορα υλικά στον ανθρώπινο οργανισμό μπορεί να οφείλονται, σε χημική τοξική δράση, σε αλλεργικές αντιδράσεις, σε μηχανικό ερεθισμό και σε δημιουργία γαλβανικών ρευμάτων. Από τα οδοντοτεχνικά υλικά ιδιαίτερα ενοχοποιούνται για τέτοιες δυσάρεστες επιδράσεις κάποια κράματα και η ακρυλική ρητίνη.

Η τοξικότητα των διαφόρων κραμάτων μπορεί να εκδηλωθεί ως

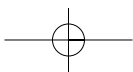
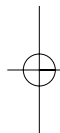
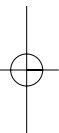
- μεταλλική γεύση,
- αίσθημα καύσου (καψίματα), και
- άφθες και έλκη στο στόμα.

Το μονομερές της ακρυλικής ρητίνης, το νικέλιο των κραμάτων, καθώς και οι υπολειπόμενοι δεσμοί άνθρακος των ρητινών έχουν ενοχοποιηθεί για αλλεργικές αντιδράσεις (αλλεργική στοματίτιδα). Εκτός αυτού το νικέλιο, το κοβάλτιο, και ιδιαίτερα το βηρύλλιο, όταν εισπνέονται σε μορφή σκόνης ή ατμών κατά την επεξεργασία των κραμάτων, ενοχοποιούνται για καρκίνο των πνευμόνων, αν και δεν έχει αποδειχθεί ότι έχουν σίγουρα καρκινογόνο δράση.

Γι' αυτό πρέπει να λαμβάνονται προστατευτικά μέτρα, κατά την επεξεργασία τους, όπως η χρήση масκών και ισχυρών απορροφητήρων και να γίνεται έλεγχος της ποιότητας του εισπνεόμενου αέρα.

Επίσης το στοματικό περιβάλλον μπορεί να επιδράσει στη συμπεριφορά των οδοντοτεχνικών υλικών, ιδιαίτερα των κραμάτων. Τα διάφορα υγρά και οι τροφές αλλάζουν τη σύσταση του σάλιου, με αποτέλεσμα να δημιουργείται περιβάλλον δυσμενές για τα διάφορα οδοντοτεχνικά υλικά π.χ. διάβρωση κραμάτων, αποχρωματισμός ακρυλικής ρητίνης κ.τλ.

Οι προσπάθειες των επιστημόνων έχουν επικεντρωθεί τα τελευταία χρόνια στην αναζήτηση σύγχρονων υλικών και μεθόδων, που θα βοηθούν στην αποκατάσταση της λειτουργίας του στοματογναθικού συστήματος, περιορίζοντας τις αντιδράσεις των ιστών του στόματος, αλλά και θα βελτιώνουν την αισθητική. Παραδείγματα τέτοιων υλικών είναι οι πολύ-βυνιλ σιλοξάνες για τη λήψη αποτυπώματος, τα συστήματα χυτής πορσελάνης χωρίς τη χρησιμοποίηση μεταλλικού σκελετού, το τιτάνιο για μεταλλοκεραμικές εργασίες, τα σύγχρονα κράματα για μεταλλοακρυλικές και μεταλλοκεραμικές εργασίες κ.ά.



ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΟΔΟΝΤΟΤΕΧΝΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

■ 2.1 Εισαγωγή

Κάθε σώμα αποτελείται από άτομα, τα οποία ενώνονται μεταξύ τους και δημιουργούν τα μόρια. Κατά την δημιουργία των μορίων, τα άτομα, δεν έρχονται σε επαφή το ένα με το άλλο, αλλά διατηρούν σταθερές αποστάσεις μεταξύ τους. Αυτό σημαίνει ότι μεταξύ των ατόμων αναπτύσσονται δυνάμεις έλξης και απώθησης. Η συνισταμένη αυτών των δυνάμεων διατηρεί τα άτομα στις θέσεις τους.

Οι μεσοατομικές αυτές δυνάμεις, που συγκρατούν τα άτομα στις θέσεις τους, ονομάζονται *ατομικοί δεσμοί*. Οι δεσμοί αυτοί καθορίζουν σε μεγάλο ποσοστό τη δομή και τις ιδιότητες των σωμάτων. Οι ατομικοί δεσμοί διακρίνονται σε:

- α) Μεταλλικούς
- β) Ιοντικούς ή ετεροπολικούς
- γ) Ομοιοπολικούς
- δ) Μοριακούς ή δυνάμεις Van der Waal's

Οι έλξεις ανάμεσα στα άτομα και τα μόρια του σώματος καθορίζουν εάν ένα σώμα είναι στερεό, υγρό ή αέριο και τις ιδιότητές του. Οι ιδιότητες που μας ενδιαφέρουν στα οδοντοτεχνικά υλικά είναι μηχανικές, θερμικές, ηλεκτροχημικές, ιδιότητες επιφάνειας και οπτικές. Η κατανόηση των ιδιοτήτων των οδοντιατρικών και οδοντοτεχνικών υλικών έχει τεράστια σημασία. Οι ιδιότητές τους πρέπει να εξετάζονται σε σχέση με το στοματικό περιβάλλον, τους ιστούς, αλλά και τα άλλα βιολογικά με τα οποία έρχονται σε επαφή. Σημαντικό ρόλο έχει η κατανόηση των ιδιοτήτων των υλικών για τη διαδικασία κατασκευής μιας προσθετικής αποκατάστασης. Η τεχνολογία γύρω από τα οδοντοτεχνικά και οδοντιατρικά υλικά σήμερα εξελίσσεται με γοργούς ρυθμούς. Η εποχή του εμπειρικού τεχνίτη έχει παρέλθει ανεπιστρεπτί και μόνο η βαθιά γνώση των τεχνικών και των υλικών μπορεί να βοηθήσει έναν οδοντοτεχνίτη να παρακολουθήσει αυτή την εξέλιξη.

■ 2.2 Καταστάσεις της ύλης

Οι καταστάσεις της ύλης είναι η στερεή, η υγρή και η αέρια.

Η **στερεή κατάσταση** διακρίνεται από τον ορισμένο όγκο και σχήμα που διαθέτει. Οι δύο αυτές βασικές ιδιότητες των στερεών σωμάτων (ορισμένος όγκος και σχήμα) οφείλονται στις ισχυρές δυνάμεις ανάμεσα στα δομικά σωματίδια του σώματος (άτομα, ιόντα ή μόρια). Τα στερεά σώματα διακρίνονται σε κρυσταλλικά και σε άμορφα. *Κρυσταλλικό* ονομάζεται ένα σώμα που οι δομικές του μονάδες τοποθετούνται στο χώρο ακολουθώντας κάποιο γεωμετρικό νόμο και εμφανίζουν μια συμμετρία. Η διάταξη αυτή στο χώρο ονομάζεται κρυσταλλικό πλέγμα. *Άμορφο* ονομάζεται το σώμα στο οποίο οι βασικές δομικές του μονάδες (άτομα, ιόντα ή μόρια) βρίσκονται τυχαία διασκορπισμένες στο χώρο. Τα άμορφα σώματα θεωρούνται ότι πλησιάζουν την συμπεριφορά των υγρών και αντιμετωπίζονται ως υγρά με μεγάλο ιξώδες. Άμορφα σώματα είναι το γυαλί και το κερί. Ένα σώμα μπορεί να μεταπέσει, κάτω από ορισμένες συνθήκες, από την άμορφη στην κρυσταλλική κατάσταση.

Η **υγρή κατάσταση** χαρακτηρίζεται από καθορισμένο όγκο και από μη καθορισμένο σχήμα. Οι ελκτικές δυνάμεις μεταξύ των μορίων τους είναι μικρότερες από των στερεών. Τα μόρια των σωμάτων στην υγρή κατάσταση κινούνται, όπως και στην αέρια, αλλά οι αποστάσεις ανάμεσά τους είναι μικρές και οι δυνάμεις έλξεως μεγαλύτερες από των αερίων. Τα υγρά είναι πρακτικά ασυμπίεστα

Στην **αέρια κατάσταση** τα σώματα δεν παρουσιάζουν ούτε καθορισμένο σχήμα ούτε καθορισμένο όγκο. Παίρνουν πάντα το σχήμα του δοχείου που τα περιέχει και καταλαμβάνουν όλο τον όγκο του. Αυτό συμβαίνει γιατί οι δυνάμεις μεταξύ των μορίων είναι χαλαρές. Τα αέρια είναι πολύ συμπιεστά.

Ένα σώμα κάτω από ορισμένες συνθήκες μπορεί να μεταπέσει από την μία κατάσταση της ύλης στην άλλη.

■ 2.3 Μηχανικές ιδιότητες

Οι μηχανικές ιδιότητες υποδηλώνουν τον τρόπο που συμπεριφέρεται ένα υλικό κάτω από την επίδραση εξωτερικών δυνάμεων. Η σημασία των μηχανικών ιδιοτήτων των οδοντιατρικών υλικών είναι πολύ μεγάλη και

μπορεί κανείς να την συνειδητοποιήσει αν σκεφθεί τις καταπονήσεις στις οποίες υπόκεινται τα δόντια, και τις δυνάμεις που αναπτύσσονται κατά τη μάσηση. Στους γομφίους αναπτύσσεται δύναμη 60 kgr, ενώ στους προγόμφιους και στους κυνόδοντες 35 και 25 kgr αντίστοιχα. Έχοντας αυτά υπόψη, μαζί με το γεγονός ότι το τελικό προϊόν της εργασίας του οδοντοτεχνίτη θα υποκαταστήσει ελλείποντα δόντια ή τμήματα αυτών και θα δεχθεί αυτές τις δυνάμεις, γίνεται φανερό πόση σημασία έχουν οι μηχανικές ιδιότητες που αφορούν τα υλικά αυτά. Είναι ανάγκη, συνεπώς, να αναφέρουμε τις σημαντικότερες από αυτές.

2.3.1 Τάση - Παραμόρφωση

2.3.1.1 Τάση

Όταν εφαρμόζεται μία εξωτερική δύναμη σε ένα υλικό, δημιουργείται μία αντίδραση μέσα στο υλικό σ' αυτή τη δύναμη. Η δύναμη κατανέμεται σε μία περιοχή και ο λόγος της δύναμης προς το εμβαδόν της περιοχής ονομάζεται τάση. Με άλλα λόγια τάση είναι η δύναμη ανά μονάδα επιφάνειας. Έτσι, για μία δεδομένη δύναμη, όσο μικρότερο είναι το εμβαδόν της επιφάνειας στην οποία ασκείται, τόσο μεγαλύτερη είναι η τιμή της τάσης. Η τάση μετριέται σε Mpa (Μεγαπασκάλ), δηλ. σε MN/m^2 .

Στις ιδιότητες των υλικών σημασία έχει η τάση και όχι η δύναμη. Εάν εφαρμόσουμε συγκεκριμένη τάση σε ένα υλικό θα έχουμε πάντα το ίδιο αποτέλεσμα. Σε συγκεκριμένη δύναμη όμως το αποτέλεσμα εξαρτάται από τον όγκο, τις διαστάσεις και το σχήμα του υλικού.

Ένα σώμα μπορεί να δεχθεί πολλών ειδών τάσεις. Όπως τάσεις θλίψης (συμπίεσης), εφελκυσμού και διάτμησης (compressive, tensile and shear stress). Η *τάση εφελκυσμού* (tensile stress) δημιουργείται από μία δύναμη που τείνει να τεντώσει ή να επιμηκύνει ένα σώμα παράλληλα με τη φορά της δύναμης. Η *συμπιεστική ή θλιπτική τάση* (compressive stress) είναι η αντίδραση ή αντίσταση ενός σώματος σε μία εξωτερική δύναμη που τείνει να το συμπίεσει ή να το βραχύνει παράλληλα με τη φορά της δύναμης. Η *διατμητική τάση* (shear stress), τέλος, είναι η αντίσταση ενός σώματος σε δύο παράλληλες δυνάμεις, αλλά με αντίθετη φορά, που βρίσκονται πολύ κοντά μεταξύ τους και εφαρμόζονται σε δύο σημεία απέναντι το ένα από το άλλο. Χαρακτηριστικό παράδειγμα διατμητικής δύναμης είναι το ψαλίδι.

2.3.1.2 Παραμόρφωση

Είναι η αλλαγή του σχήματος ενός υλικού όταν αυτό υπόκειται σε μία δύναμη. Επειδή η συνολική παραμόρφωση είναι δύσκολο να μετρηθεί, μετρίεται η γραμμική παραμόρφωση. Δηλαδή μετρίεται η μεταβολή ($\Delta\ell$) ανά μονάδα μήκους (ℓ). *Γραμμική παραμόρφωση* = $\Delta\ell/\ell$.

2.3.1.3 Ελαστική – Πλαστική παραμόρφωση

Ένα σώμα, υπό την επίδραση μιας εξωτερικής τάσης, παραμορφώνεται. Εάν μετά την άρση της τάσης επανέλθει πλήρως στην προηγούμενη κατάσταση του, τότε η παραμόρφωση ονομάζεται ελαστική. Εάν το σώμα μετά την άρση της τάσης δεν επανέλθει πλήρως, αλλά παραμείνει ένα ποσοστό παραμόρφωσης, τότε η παραμόρφωση ονομάζεται πλαστική. Πολύ συχνά ορισμένα σώματα παρουσιάζουν ελαστική παραμόρφωση μέχρι μια συγκεκριμένη τάση. Εάν ασκήσουμε μεγαλύτερη τάση το σώμα δεν επανέρχεται ποτέ στην προηγούμενη κατάσταση και η παραμόρφωση είναι μόνιμη.

2.3.1.4 Διάγραμμα τάσης - παραμόρφωσης

Είναι ένας εύχρηστος τρόπος σύγκρισης της συμπεριφοράς των υλικών στις καταπονήσεις. Στον άξονα των τετμημένων (οριζόντιος άξονας), έχουμε τις τιμές της παραμόρφωσης που αντιστοιχούν σε συγκεκριμένες τάσεις, οι οποίες αναγράφονται στον άξονα των τεταγμένων (κάθετος άξονας) (Εικ. 2.1). Όλες οι τάσεις που ασκούνται μέχρι του σημείου Ε δημιουργούν ελαστική παραμόρφωση στο σώμα. Όλες οι μεγαλύτερες τάσεις δημιουργούν πλαστική παραμόρφωση.

Τα διαγράμματα τάσης - παραμόρφωσης μπορούν να κατασκευασθούν για δυνάμεις συμπίεσης, εφελκυσμού ή διάτμησης. Σε κάποια υλικά (πχ. κράματα) είναι πιο εύκολο να μετρηθεί ο εφελκυσμός, ενώ σε άλλα (πχ. κονίες) η θλίψη.

2.3.2 Όριο αναλογίας (Proportional limit)

Είναι η μέγιστη τάση που μπορεί να δεχθεί ένα υλικό χωρίς παρέκκλιση από την αναλογικότητα της τάσης ως προς την παραμόρφωση. Στην καμπύλη τάσης - παραμόρφωσης, είναι το υψηλότερο σημείο (Α) του αρχικού *ευθύγραμμου τμήματος* (Εικ. 2.1). Σε τάσεις μικρότερες του ορίου

αναλογίας το υλικό συμπεριφέρεται ελαστικά και επιστρέφει στις αρχικές του διαστάσεις μετά την άρση της δύναμης. Γι' αυτό και η περιοχή της καμπύλης, πριν το όριο αναλογίας, λέγεται και *ελαστική*. Στην ελαστική αυτή περιοχή ισχύει ο νόμος του Hooke, που λέει, ότι για μικρές τιμές εξωτερικών δυνάμεων οι αναπτυσσόμενες τάσεις είναι ανάλογες με τις παραμορφώσεις που προκαλούν.

Ο *νόμος του Hooke* εκφράζεται με τη σχέση: $\sigma = E \cdot \varepsilon$, όπου σ = τάση, ε = παραμόρφωση λόγω της τάσης σ και E = μέτρο ελαστικότητας ή μέτρο του Young.

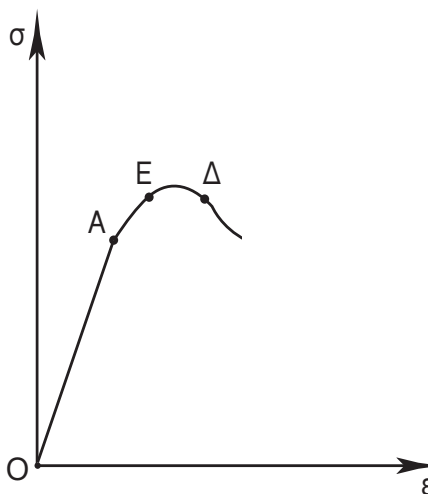
2.3.3 Όριο ελαστικότητας

Το όριο ελαστικότητας είναι η μέγιστη ελαστική παραμόρφωση που επιδέχεται ένα σώμα. Προκύπτει εάν φορτίσουμε ένα σώμα πέρα από το όριο αναλογίας. Τότε, ενώ η σχέση τάσης - παραμόρφωσης παύει να είναι γραμμική, το υλικό συνεχίζει να συμπεριφέρεται ελαστικά μέχρι ενός ορισμένου σημείου (όριο ελαστικότητας). Εάν η παραμόρφωση περάσει το όριο ελαστικότητας (σημείο E στην Εικ. 2.1), παύει να είναι ελαστική και το σώμα δεν επανέρχεται στην αρχική του κατάσταση.

2.3.4 Μέτρο ελαστικότητας (Elastic modulus)

Ονομάζεται και *μέτρο του Young* και συμβολίζεται με το γράμμα E. Εκφράζει τη δυσκαμψία ενός υλικού μέσα στην ελαστική περιοχή (OA στην Εικ. 2.1), δηλ. την αντίστασή τους στην ελαστική παραμόρφωση. Μετρίεται με την κλίση του ευθύγραμμου αρχικού τμήματος της καμπύλης τάσης - παραμόρφωσης και ορίζεται ως ο λόγος της τάσης προς την παραμόρφωση στην ελαστική περιοχή. Μονάδα μέτρησης είναι το Μpa.

Για την ελαστική συμπεριφορά είναι υπεύθυνες οι μεσοατομικές ή μεσομοριακές δυνάμεις συνοχής του



Εικ. 2.1. Διάγραμμα τάσης – παραμόρφωσης

υλικού. Όσο μεγαλύτερες, τόσο μεγαλύτερο και το μέτρο ελαστικότητας. Σαν αποτέλεσμα το μέτρο ελαστικότητας είναι το ίδιο, είτε το διάγραμμα τάσης - παραμόρφωσης είναι εφελκυσμού, είτε είναι θλίψης.

Η ιδιότητα του μέτρου του Young εξαρτάται από τη σύνθεση και τη δομή του υλικού. Δεν επηρεάζεται από θερμικές ή μηχανικές κατεργασίες, στις οποίες μπορεί να υποβληθεί ένα σώμα, εάν πρόκειται για ένα κράμα ή μέταλλο, αλλά επηρεάζεται, εάν πρόκειται για πολυμερές ή άμορφο γενικά στερεό.

2.3.5 Όριο διαρροής (Yield strength)

Εάν φορτίσουμε ένα σώμα πέρα από το όριο ελαστικότητας παρατηρούμε ότι με μικρή αύξηση τάσης έχουμε μεγάλη αύξηση της παραμόρφωσης. Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται διαρροή (Yielding). Η τάση στην οποία παρατηρείται η διαρροή (πλαστική παραμόρφωση) ονομάζεται όριο διαρροής (σημείο Δ στην Εικ. 2.1).

Οι καμπύλες τάσης - παραμόρφωσης ενός υλικού που υπολογίζονται εργαστηριακά δεν είναι αρκετά ακριβείς. Σαν αποτέλεσμα ο προσδιορισμός του ορίου διαρροής είναι δύσκολος και συχνά ανακριβής. Αντί αυτού λοιπόν έχει οριστεί μία συγκεκριμένη πλαστική παραμόρφωση (0,1%, 0,2% ή 0,5%) και υπολογίζεται η τάση που την προκαλεί. Ονομάζεται η τάση αυτή όριο διαρροής και χρησιμοποιείται σαν μέτρο σύγκρισης των υλικών. Η σύγκριση των ορίων διαρροής των περισσοτέρων υλικών πρέπει πάντα να γίνεται για συγκεκριμένη απόκλιση (0,1%, 0,2%, κ.τ.λ.). Η παραμόρφωση αυτή είναι μόνιμη και το υλικό δεν επανέρχεται στην αρχική του κατάσταση.

Άρα όριο ή τάση διαρροής ενός υλικού ονομάζεται η τάση που αντιστοιχεί σε προκαθορισμένη (0,1% ή 0,2%) αρχική πλαστική παραμόρφωση.

2.3.6 Όριο θραύσης

Ετσι ονομάζεται η τιμή της τάσης εφελκυσμού, η οποία προκαλεί θραύση του σώματος.

Σε πολλά υλικά, όπως τα κράματα, το όριο θραύσης δεν έχει μεγάλη σημασία αφού η πλαστική παραμόρφωση θα έχει ήδη επέλθει νωρίτερα, καθιστώντας το υλικό ακατάλληλο. Μεγαλύτερη σημασία έχει να γνωρίζουμε το όριο ελαστικότητας και διαρροής.

2.3.7 Επιμήκυνση - Συμπίεση

Η επιμήκυνση ενός υλικού είναι η εκατοστιαία αναλογία της παραμόρφωσης του υλικού όταν εκτεθεί σε εφελκυστικές δυνάμεις.

Η συμπίεση ενός υλικού είναι η εκατοστιαία αναλογία της παραμόρφωσης του υλικού όταν εκτεθεί σε θλιπτικές δυνάμεις.

2.3.8 Ολκιμότητα - Ψαθυρότητα - Ελατότητα

Ολκιμότητα (ductility) είναι η ικανότητα ενός υλικού να διαρρέει (επιμηκύνεται) και να παρουσιάζει πλαστική παραμόρφωση.

Ψαθυρότητα (brittleness) είναι η αντίθετη έννοια της ολκιμότητας. Είναι δηλαδή η ικανότητα ενός υλικού να μην παρουσιάζει πλαστικές παραμορφώσεις πριν από τη θραύση του. Αυτό σημαίνει ότι, μόλις η τάση υπερβεί το όριο ελαστικότητας, το υλικό, αντί να παραμορφώνεται πλαστικά, σπάει. Επειδή δε κανένα υλικό δε σπάει αμέσως μόλις η τάση ξεπεράσει το όριο ελαστικότητας, ψαθυρά θεωρούνται τα υλικά όπου η παραμόρφωση δεν ξεπερνάει το 5%, ενώ μπορεί να φτάσει και κάτω από 0,5%. Ψαθυρά υλικά είναι η πορσελάνη και η γύψος.

Δεν υπάρχει σαφής διάκριση μεταξύ ψαθυρών και όλκιμων υλικών, επειδή η εκδήλωση ψαθυρής ή όλκιμης συμπεριφοράς εξαρτάται και από την ταχύτητα επιβολής της τάσης, τη θερμοκρασία κ.τ.λ. Η θερμική κατεργασία των μετάλλων μπορεί να αυξήσει την αντοχή τους, αλλά και να μειώσει την ολκιμότητά τους.

Ελατότητα είναι η ικανότητα ενός μετάλλου να διαμορφώνεται σε έλασμα. Η ελατότητα μπορεί να αυξηθεί με αρκετούς τρόπους όπως με την αύξηση της θερμοκρασίας, της πίεσης κτλ.

2.3.9 Ελαστικότητα – Ενέργεια θραύσης - Σκληρότητα

Ελαστικότητα (resilience) είναι η αντοχή ενός υλικού στη μόνιμη παραμόρφωση. Μας δίνει το ποσό της ενέργειας που χρειάζεται για να παραμορφωθεί ένα υλικό έως το όριο αναλογίας του.

Ενέργεια θραύσης (toughness) είναι η αντίσταση ενός υλικού στη θραύση και αντιστοιχεί στο ποσό της ενέργειας που χρειάζεται να καταβληθεί για τη θραύση του υλικού. Ο όρος στην ελληνική βιβλιογραφία αναφέρεται και ως στιφρότητα ή δυσθραυστότητα.

Ως σκληρότητα μπορεί να ορισθεί, υπό την ευρεία έννοια, η αντίσταση

που προβάλλει η επιφάνεια ενός υλικού στην διείδυση από ένα άλλο σκληρότερο υλικό.

Η σκληρότητα εξαρτάται από τις ιδιότητες του υλικού, αλλά και από το υλικό, τη μορφή, την ταχύτητα και τη θερμοκρασία του διειδυτή. Υπάρχουν αρκετές δοκιμασίες σκληρότητας με πιο συχνές τις Brinell, Rockwell, Vickers & Knoop.

2.3.10 Κόπωση

Κόπωση ενός υλικού ονομάζεται η παραμόρφωση του υλικού μέχρι την θραύση του κάτω από την επίδραση επαναλαμβανόμενων, μικρής έντασης, τάσεων.

Οι μασητικές δυνάμεις δημιουργούν στις προσθετικές αποκαταστάσεις επαναλαμβανόμενες τάσεις. Οι τάσεις αυτές είναι δυνατόν να σπάσουν (θραύση) την προσθετική αποκατάσταση. Η θραύση του κράματος της προσθετικής αποκατάστασης κάτω από επαναλαμβανόμενες τάσεις, μικρότερες από το όριο αναλογίας του κράματος, ονομάζεται κόπωση του υλικού.

Η αντοχή στην κόπωση του υλικού εξαρτάται από την συχνότητα ασκουμένων τάσεων, από τις ατέλειες δομής του υλικού, από τις ανωμαλίες της επιφάνειας της κατασκευής (πχ. κακή λείανση), από τη θερμοκρασία και από το σχήμα της κατασκευής.

2.3.11 Ερπυσμός

Στις παραπάνω ιδιότητες εξετάζεται η τάση και η επίδρασή της πάνω στο υλικό, αλλά δε λαμβάνεται υπόψη το χρονικό διάστημα που επιδρά η τάση. Υπάρχουν ιδιότητες που λαμβάνουν υπ' όψιν τους τον παράγοντα χρόνο.

Η μεταβολή της παραμόρφωσης ενός σώματος, σε σταθερή θερμοκρασία και τάση, σε συνάρτηση με το χρόνο ονομάζεται ερπυσμός.

Πολλές φορές σαν τάση λειτουργεί και η βαρύτητα. Χαρακτηριστικό τέτοιο παράδειγμα είναι η πλαστελίνη, που όταν την αφήσουμε πάνω σε μια επιφάνεια επί ένα χρονικό διάστημα αλλάζει σχήμα και «απλώνει».

■ 2.4 Ρεολογικές ιδιότητες

Οι ρεολογικές ιδιότητες των υλικών ασχολούνται με τον τρόπο που ρέουν τα διάφορα σώματα, τους παράγοντες που επηρεάζουν τη ροή τους, και τη συμπεριφορά τους στις διάφορες συνθήκες.

2.4.1 Ιξώδες

Ιξώδες είναι το μέτρο της εσωτερικής τριβής των υγρών. Όσο αυξάνεται το ιξώδες ενός υγρού τόσο μειώνεται η ρευστότητά του, δηλαδή ρέει πιο δύσκολα. Για παράδειγμα το νερό έχει μικρότερο ιξώδες από το μέλι.

2.4.2 Ιξωδοελαστική συμπεριφορά

Όλα τα σώματα δεν συμπεριφέρονται ως απολύτως υγρά (νερό) ή ως απολύτως ελαστικά (ελατήριο). Κάποια σώματα, ανάλογα με τις συνθήκες, μπορεί να εμφανίζουν συμπεριφορά υγρού σώματος ή ελαστικού σώματος ή και τα δύο μαζί. Αυτή η ιδιότητα ονομάζεται ιξωδοελαστική συμπεριφορά.

■ 2.5 Θερμικές ιδιότητες

Η μεταβολή των διαστάσεων κατά τη διάρκεια των οδοντοτεχνικών διαδικασιών έχει μεγάλη σημασία στην ακρίβεια των προσθετικών αποκαταστάσεων. Μεταβολή των διαστάσεων των κραμάτων, των κεραμικών (πορσελάνες) και των πυροχωμάτων συμβαίνει κυρίως κατά τη θέρμανση και την ψύξη τους. Γι' αυτό το ενδιαφέρον μας εστιάζεται στη θερμική αγωγιμότητα και στη μεταβολή των διαστάσεων λόγω θερμότητας, δηλαδή στο συντελεστή θερμικής διαστολής.

2.5.1 Θερμική αγωγιμότητα

Θερμική αγωγιμότητα είναι η ιδιότητα των σωμάτων να επιτρέπουν να περάσει μέσα από τη μάζα τους θερμότητα. Ανάλογα με το βαθμό της αγωγιμότητας που παρουσιάζουν, τα σώματα διακρίνονται σε καλούς και κακούς αγωγούς της θερμότητας.

Τα μέταλλα είναι οι καλύτεροι αγωγοί της θερμότητας (και του ηλεκτρισμού). Οι καλύτεροι αγωγοί της θερμότητας είναι ο άργυρος και ο χαλκός. Η πορσελάνη είναι κακός αγωγός της θερμότητας.

2.5.2 Συντελεστής θερμικής διαστολής

Η επίδραση της θερμότητας στα υλικά εκδηλώνεται ως αύξηση του μήκους (και του όγκου) με την άνοδο της θερμοκρασίας και μείωση του μήκους (και του όγκου) με την αντίστοιχη μείωση της θερμοκρασίας. Η γραμμική επιμήκυνση των υλικών μετριέται με τον προσδιορισμό της μεταβολής του μήκους ενός δοκιμίου σε συνάρτηση με τη θερμοκρασία. Για να είναι ευκολότερη η σύγκριση των διαφόρων υλικών, η γραμμική επιμήκυνση σε συνάρτηση με τη θερμοκρασία εκφράζεται ως συντελεστής θερμικής διαστολής και προσδιορίζεται από τον τύπο: $\lambda = \Delta l / l_0 \cdot \Delta \theta$.

Όπου:

Δl = επιμήκυνση με τη μεταβολή της θερμοκρασίας

l_0 = το αρχικό μήκος

$\Delta \theta$ = η μεταβολή της θερμοκρασίας

Ο συντελεστής θερμικής διαστολής δεν είναι ενιαίος σε όλες τις θερμοκρασίες και εξαρτάται από το υλικό. Συνήθως αναφερόμαστε στο γραμμικό συντελεστή θερμικής διαστολής και όχι στον ογκομετρικό.

Σαν θερμικός συντελεστής γραμμικής διαστολής ορίζεται η μεταβολή που υφίσταται η μονάδα μήκους του υλικού όταν η θερμοκρασία αυξηθεί 1°C.

Οι δυνάμεις που αναπτύσσονται κατά τη θερμική διαστολή ενός σώματος είναι πολύ μεγάλες και ισούνται με τις δυνάμεις που θα χρειάζονταν για μία αντίστοιχη μηχανική επιμήκυνση. Μεγάλη σημασία έχει η θερμική μεταβολή των διαστάσεων σε σώματα που έχουν συγκολληθεί μεταξύ τους. Η ασυμβατότητα στη θερμική διαστολή, μεταξύ μεταλλικού σκελετού και πορσελάνης, είναι συχνά η αιτία της θραύσης της πορσελάνης η οποία είχε οπτηθεί σε μεταλλικό σκελετό.

■ 2.6 Ηλεκτροχημικές Ιδιότητες

2.6.1 Γαλβανισμός

Προέρχεται από την παρουσία δύο διαφορετικών μετάλλων μέσα σε έναν ηλεκτρολύτη. Ανάμεσα στα δύο μέταλλα δημιουργείται μία διαφορά δυναμικού. Η διαφορά αυτή δυναμικού, που μεταξύ αλουμινίου και χρυσού μπορεί να φτάσει και τα 2,69 Volts, είναι υπεύθυνη για τον πόνο που βιώνουν οι ασθενείς όταν δύο διαφορετικές μεταλλικές επιφάνειες έρχονται σε επαφή. Με τη μέθοδο του γαλβανισμού μπορούν να κατασκευαστούν και μεταλλικοί σκελετοί για στεφάνες (γαλβανοκεραμικές).

2.6.2 Διάβρωση (Erosion)

Ως διάβρωση χαρακτηρίζεται κάθε ηλεκτροχημική και χημική αλλοίωση στην επιφάνεια των μετάλλων ή των κραμάτων που οδηγεί σε απώλεια υλικού. Ως αλλοίωση ορίζουμε κάθε μετατροπή του μετάλλου ή του κράματος από την αρχική του μορφή. Στη διάβρωση η κύρια δράση είναι η οξείδωση με απομάκρυνση ηλεκτρονίων από το μέταλλο. Η διάβρωση στο στόμα μπορεί να προέλθει από γαλβανικά ρεύματα ανόμοιων (διαφορετικής χημικής σύνθεσης) μεταλλικών κατασκευών αλλά και από χημική προσβολή των μετάλλων από συστατικά της τροφής και του σάλιου.

Τα είδη της διάβρωσης κατατάσσονται: α) σε ομοιόμορφη ή γενική διάβρωση (general corrosion), β) σε διάβρωση με βελονισμούς (pitting corrosion), γ) σε διάβρωση με μηχανική καταπόνηση που οδηγεί σε ψαθυρή θραύση (stress corrosion cracking) και δ) σε σπηλαιώδη μηχανική διάβρωση (cavitation erosion).

Στις χυτές προσθετικές εργασίες η διάβρωση μπορεί να εμφανισθεί με τη μορφή ομοιόμορφης προσβολής, εκλεκτικής προσβολής, περικρυσταλλικής προσβολής (κατά μήκος των ορίων των κόκκων), προσβολή με μορφή βελονισμών, διάβρωση σχισμών και διάβρωση τάσης.

2.6.3 Αμαύρωση (Αλλαγή χρώματος των μετάλλων στο στόμα) – (Tarnish)

Τα διάφορα μέταλλα και κράματα που τοποθετούνται στη στοματική κοιλότητα εμφανίζουν μερικές φορές αλλαγή του χρώματός τους. Η αλλαγή οφείλεται σε εναποθέσεις στην επιφάνεια του μετάλλου. Οι εναποθέσεις διευκολύνονται από την αδρότητα της επιφάνειας. Οι συνηθέστερες εναποθέσεις είναι οξείδια, υδροξείδια και σουλφίδια. Η αλλαγή του χρώματος (θάμπωμα) ενός μετάλλου αποτελεί και το πρώτο ορατό στάδιο της διάβρωσης και συνήθως είναι αποτέλεσμα γαλβανικών ρευμάτων.

Προκειμένου να αποφεύγεται κατά το δυνατόν η αμαύρωση ή η αλλαγή χρώματος των μετάλλων/κραμάτων που τοποθετούνται στο στόμα, πρέπει να στιλβώνεται καλά όλη η εκτεθειμένη στα στοματικά υγρά επιφάνεια, να αποφεύγονται οι πόροι και να εξαλείφονται, κατά το δυνατόν, τα γαλβανικά ρεύματα με κατάλληλη επεξεργασία.

■ 2.7 Ιδιότητες επιφάνειας

2.7.1 Συνοχή και συνάφεια

Με τους όρους αυτούς χαρακτηρίζονται οι ελκτικές δυνάμεις που αναπτύσσονται μεταξύ στοιχειωδών σωματιδίων (μορίων-ιόντων-ατόμων). Ανάμεσα σε στοιχειώδη σωματίδια του ίδιου σώματος ή ομοίων σωμάτων που έρχονται σε επαφή αναπτύσσονται δυνάμεις συνοχής. Ανάμεσα σε στοιχειώδη σωματίδια διαφορετικών σωμάτων που έρχονται σε επαφή αναπτύσσονται δυνάμεις συνάφειας.

2.7.2 Επιφανειακή τάση - Επιφανειακή ενέργεια

Στα μόρια ή στα άτομα στο εσωτερικό ενός σώματος (υγρού ή στερεού) αναπτύσσονται ελκτικές δυνάμεις από τα γειτονικά μόρια ή άτομα. Οι δυνάμεις αυτές αλληλοεξουδετερώνονται και η συνισταμένη τους παραμένει συνήθως μηδέν. Τα άτομα ή μόρια της επιφάνειας δέχονται ελκτικές δυνάμεις μόνο προς το εσωτερικό του σώματος. Η συνισταμένη αυτών των δυνάμεων -η εσωτερική αυτή τάση- ονομάζεται επιφανειακή τάση. Η επιφανειακή τάση δείχνει το μέτρο της συνοχής των μορίων ή των ατόμων ενός σώματος και δρα στην επιφάνεια των υγρών κυρίως, ως μία μεμβράνη που προσπαθεί να ελαττώσει την επιφάνειά τους. Τα μόρια της επιφάνειας έχουν μία δυναμική ενέργεια, η οποία ονομάζεται επιφανειακή ενέργεια. Όσο μεγαλύτερη είναι η επιφάνεια του σώματος, τόσο μεγαλύτερη είναι και η επιφανειακή ενέργεια. Η σχέση αυτή εκφράζεται με τον τύπο ($F=\gamma \cdot S$), όπου γ η επιφανειακή τάση και S η επιφάνεια. Η επιφανειακή ενέργεια των στερεών μπορεί να μειωθεί από προσμίξεις που απορροφούνται από την επιφάνεια του υλικού (π.χ. αέρια, ιόντα κ.τ.λ.).

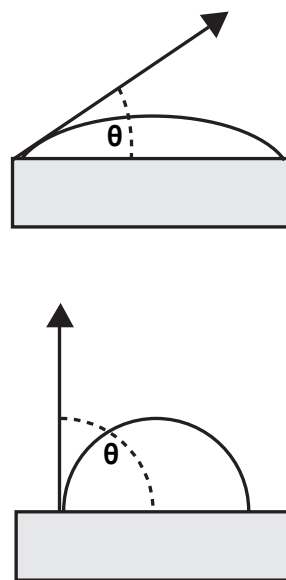
Η επιφανειακή τάση και η επιφανειακή ενέργεια εξηγούνται από το δεύτερο νόμο της θερμοδυναμικής στον οποίο υπακούουν όλα τα σώματα. Σύμφωνα με αυτό το νόμο όλα τα σώματα τείνουν να υποβιβαστούν ενεργειακά. Η ενεργειακή αυτή υποβάθμιση γίνεται με τη μείωση της επιφάνειας. Μια και το σχήμα που έχει τη μικρότερη επιφάνεια για συγκεκριμένο όγκο είναι η σφαίρα, είναι κατανοητό γιατί όλα τα σώματα τείνουν να πάρουν σφαιρικό σχήμα. Αυτό είναι προφανές στα υγρά. Η ελάττωση της επιφάνειας των στερεών δεν είναι τόσο εύκολη όπως στα υγρά, γιατί δεν είναι εύκολη η μετακίνηση των μορίων. Η μετακίνηση αυτή απαιτεί μεγάλο χρονικό διάστημα και υψηλή θερμοκρασία.

2.7.3 Διαβροχή

Είναι το φαινόμενο της ικανότητας εξάπλωσης ενός υγρού πάνω στην επιφάνεια ενός στερεού σώματος. Αυτό οφείλεται στην έλξη των μορίων του υγρού από τα μόρια της επιφάνειας του στερεού και εξαρτάται από την επιφανειακή τάση του υγρού και από την ελεύθερη ενέργεια της επιφάνειας του στερεού.

Στις περιπτώσεις λοιπόν, που οι δυνάμεις συνάφειας μεταξύ των μορίων της επιφάνειας του στερεού και των μορίων μιας σταγόνας υγρού είναι μεγαλύτερες από τις δυνάμεις συνοχής των μορίων του υγρού, έχουμε διαβροχή της επιφάνειας. Όσο αυξάνει η διαφορά, τόσο καλύτερη είναι η διαβροχή. Υγρά με μεγάλες δυνάμεις συνεχείς (δηλαδή με μεγάλη επιφανειακή τάση), όπως ο υδράργυρος, διαβρέχουν πολύ δύσκολα μία επιφάνεια. Η ικανότητα διαβροχής της επιφάνειας ενός στερεού από ένα υγρό μας δίνεται από τη *γωνία επαφής (contact angle)*. Αυτή είναι η γωνία που σχηματίζεται από την εφαπτομένη της σταγόνας του υγρού και της προσφυτικής επιφάνειας στο σημείο πρόσφυσης (Εικ. 2.2). Σε περίπτωση πλήρους διαβροχής η γωνία είναι 0° .

Η επιφανειακή τάση ενός υγρού σε συγκεκριμένη θερμοκρασία δεν αλλάζει. Για να βελτιωθεί η διαβροχή, πρέπει είτε να αυξηθεί η ελεύθερη ενέργεια της επιφάνειας του στερεού, είτε να αυξηθεί η θερμοκρασία του υγρού. Στη συγκόλληση δύο τμημάτων ενός μεταλλικού σκελετού, η πλήρης διαβροχή των επιφανειών από την κόλληση είναι προϋπόθεση της επιτυχίας. Για να βελτιωθεί η διαβροχή αυξάνεται η θερμοκρασία της συγκόλλησης, οπότε αυξάνεται η επιφανειακή ενέργεια της επιφάνειας του κράματος, αλλά αυξάνεται και η επιφανειακή τάση της (ρευστής) κόλλησης με αποτέλεσμα την βελτίωση της ροής και την καλύτερη διαβροχή.



Εικ. 2.2. Σχηματική απεικόνιση της γωνίας επαφής μιας σταγόνας υγρού, με μια στερεή επιφάνεια

Επίσης η αυξημένη θερμοκρασία αυξάνει και άλλο την ήδη υψηλή ελεύθερη επιφανειακή ενέργεια του κράματος, το οποίο, προσπαθώντας να τη μειώσει, προσροφά οξυγόνο δημιουργώντας επιφανειακά οξειδία. Για να αυξήσουμε την ελεύθερη ενέργεια της προς συγκόλληση επιφάνειας, προσθέτουμε βόρακα, ο οποίος έχει την τάση να απομακρύνει τα οξειδία. Σαν αποτέλεσμα αυξάνεται η ενέργεια των επιφανειών και επιτυγχάνεται καλύτερη διαβροχή τους από την κόλληση. Ένας άλλος τρόπος αύξησης της διαβροχής είναι η προσθήκη ουσιών, όπως ο φώσφορος και ο ψευδάργυρος στο κράμα της κόλλησης, με συνέπεια την αύξηση της ρευστότητας.

Στην επένδυση του δακτυλίου χύτευσης με πυρόχωμα, σημασία έχει η καλή διαβροχή του κέρινου ομοιώματος από το ρευστό πυρόχωμα. Το πυρόχωμα έχει συγκεκριμένη επιφανειακή τάση. Για τη βελτίωση της διαβροχής πρέπει να αυξηθεί η επιφανειακή ενέργεια του κεριού. Αυτό επιτυγχάνεται με την επάλειψη του κέρινου ομοιώματος με διαλύματα σαπουνιού.

■ 2.8 Οπτικές ιδιότητες

2.8.1 Χρώμα

Τα σώματα διακρίνονται σε *αυτόφωτα* και *ετερόφωτα*. Το χρώμα των αυτόφωτων σωμάτων οφείλεται στα φωτεινά κύματα που εκπέμπουν. Το χρώμα των ετερόφωτων σωμάτων οφείλεται στην ικανότητα ανάκλασης ή απορρόφησης του φωτός, που προσπίπτει σε αυτά από εξωτερικές πηγές.

Τα λευκό φως αναλύεται σε διαφορετικά χρώματα όταν περάσει μέσα από ένα πρίσμα και υποστεί διάθλαση (ουράνιο τόξο). Τα διάφορα χρώματα στα οποία αναλύεται το λευκό φως ονομάζονται *φάσμα* του φωτός. Το καθένα από αυτά τα χρώματα αντιστοιχεί σε ένα συγκεκριμένο μήκος κύματος ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας.

Τα διαφανή σώματα χρωματίζονται από το χρώμα της ακτινοβολίας, που επιτρέπουν να περάσει από μέσα τους. Τα αδιαφανή σώματα χρωματίζονται από το χρώμα της ακτινοβολίας που αντανακλούν.

2.8.2 Διαστάσεις χρώματος

Η κατανόηση της έννοιας του χρώματος είναι πολύ δύσκολη. Ως διαστάσεις έχουν οριστεί κάποια χαρακτηριστικά του χρώματος που βοηθούν να κατανοηθεί καλύτερα.

Χροιά ή απόχρωση (Hue). Η χροιά είναι το βασικό χρώμα ενός αντικείμενου (μπλε, κόκκινο, πράσινο κλπ) και καθορίζεται από το μήκος κύματος του φωτός. Περιγράφει την ποιότητα του χρώματος.

Χρωματική πυκνότητα (Chroma). Έχει σχέση με το πόσο κορεσμένο είναι ένα χρώμα. Εάν σε ένα μισογεμάτο ποτήρι με νερό προσθέσουμε μια σταγόνα κόκκινη μπογιά θα έχουμε ένα υγρό κόκκινου χρώματος. Αν προσθέσουμε και άλλο νερό θα έχουμε ένα υγρό με το ίδιο χρώμα (χροιά) αλλά λιγότερο πυκνό (χαμηλότερη χρωματική πυκνότητα). Ενώ λοιπόν η χροιά περιγράφει την ποιότητα του χρώματος, η χρωματική πυκνότητα περιγράφει την ποσότητα του χρώματος.

Ένταση του χρώματος ή φωτεινότητα (Value). Μας δείχνει πόσο λαμπερό ή σκοτεινό είναι ένα χρώμα. Τα χρώματα με υψηλή ένταση είναι πιο φωτεινά και πλησιάζουν προς το λευκό, ενώ τα χρώματα με χαμηλή ένταση είναι πιο σκοτεινά (λιγότερο φωτεινά) και πλησιάζουν το μαύρο. Η ένταση δεν εξαρτάται από την χροιά. Η ένταση είναι πολύ σημαντική στην οδοντιατρική γιατί το μάτι, ενώ δεν αντιλαμβάνεται εύκολα μικρές αποκλίσεις στην απόχρωση και στον κορεσμό, αντιλαμβάνεται με ακρίβεια την παραμικρή απόκλιση στην φωτεινότητα.

2.8.3 Μεταμερισμός

Μεταμερισμός είναι το φαινόμενο κατά το οποίο δύο αντικείμενα που έχουν το ίδιο χρώμα κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες φωτισμού διαφέρουν στο χρώμα, όταν αλλάξουν οι συνθήκες φωτισμού. Το φαινόμενο αυτό έχει πολύ μεγάλη σημασία στην οδοντιατρική, γιατί μπορεί ένα δόντι και μια προσθετική αποκατάσταση να έχουν το ίδιο χρώμα στο ιατρείο με τον τεχνητό φωτισμό αλλά διαφορετικό χρώμα στο φως της ημέρας. Γι' αυτό έχει μεγάλη σημασία η επιλογή του κατάλληλου φωτισμού στο ιατρείο και στο εργαστήριο. Το φαινόμενο του μεταμερισμού δεν μπορεί να εξαλειφθεί, μπορεί όμως να μειωθεί σημαντικά.

ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ

Ο τελικός αποδέκτης των προσθετικών κατασκευών είναι ο ασθενής και όλες οι οδοντιατρικές και οδοντοτεχνικές εργασίες πρέπει να γίνονται με γνώμονα την καλύτερη δυνατή συμπεριφορά των κατασκευών αυτών στο στόμα. Οι ιδιότητες των οδοντιατρικών υλικών αποτελούν κριτήριο για την συμπεριφορά των υλικών.

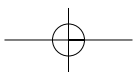
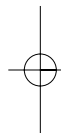
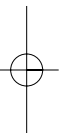
Η σταθερότητα των διαστάσεων είναι μια ιδιότητα απαραίτητη σε όλα τα οδοντιατρικά υλικά που έχει άμεση σχέση με την ακρίβεια των προσθετικών αποκαταστάσεων. Η θερμική αγωγιμότητα είναι σημαντική ως μέτρηση του κρύου και του ζεστού που περνάει στους ιστούς που βρίσκονται κάτω από την προσθετική αποκατάσταση. Οι ηλεκτροχημικές ιδιότητες είναι σημαντικές, διότι η παρουσία των γαλβανικών ρευμάτων είναι ενοχλητική για τον ασθενή, και η διάβρωση μειώνει το χρόνο ζωής της προσθετικής κατασκευής. Η διάβρωση των οδοντιατρικών υλικών είναι σημαντική και για τις ενδοστοματικές εργασίες, όπως τα αποτυπώματα, αλλά και για τις εργαστηριακές εργασίες, όπως η κατασκευή των εκμαγείων και η επένδυση των κέρινων προτύπων με πυρόχρωμα.

Οι μηχανικές ιδιότητες, όπως σκληρότητα, αντοχή, ελαστικότητα, καθορίζουν τις τάσεις που μπορεί ένα υλικό να δεχθεί μέσα στο στόμα και από αυτές κρίνεται σε μεγάλο βαθμό η επιτυχία μιας προσθετικής αποκατάστασης.

Η καλή γνώση του χρώματος και των υλικών αισθητικής επικάλυψης των προσθετικών αποκαταστάσεων συντελεί στην κατασκευή αισθητικώς αποδεκτών προσθετικών αποκαταστάσεων.

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Ποια τα είδη των ατομικών δεσμών;
2. Ποιες οι καταστάσεις της ύλης;
3. Τι ονομάζεται κρυσταλλικό και τι άμορφο σώμα;
4. Τι ονομάζεται ελαστική και τι πλαστική παραμόρφωση;
5. Τι είναι το όριο αναλογίας;
6. Τι είναι το όριο ελαστικότητας;
7. Τι εκφράζει το μέτρο ελαστικότητας;
8. Τι ονομάζεται όριο διαρροής;
9. Τι ονομάζεται όριο θραύσης;
10. Τι είναι η ολκιμότητα και τι η ψαθυρότητα ενός υλικού;
11. Τι ονομάζεται κόπωση ενός υλικού;
12. Τι ονομάζεται ερπυσμός;
13. Τι ονομάζεται ιξώδες ενός υγρού;
14. Ποια η σημασία του συντελεστή θερμικής διαστολής στην οδοντοτεχνική;
15. Τι ονομάζεται διάβρωση;
16. Πού αναπτύσσονται οι δυνάμεις συνοχής και πού οι δυνάμεις συνάφειας;
17. Τι είναι η διαβροχή, πού οφείλεται και από τι εξαρτάται;
18. Ποιες οι διαστάσεις του χρώματος;
19. Τι είναι ο μεταμερισμός; Δώστε ένα παράδειγμα.



■ 3.1 Εισαγωγή

Για να κατασκευάσει ο οδοντοτεχνίτης μια προσθετική εργασία πρέπει να έχει στη διάθεσή του κάποιο ομοίωμα της στοματικής κοιλότητας του ασθενούς που να αναπαριστά όλα τα απαραίτητα ανατομικά μόρια, όπως δόντια, φατνιακές ακρολοφίες κ.τ.λ. Το ομοίωμα αυτό πρέπει να είναι ακριβές αντίγραφο των ανατομικών μορίων του ασθενούς και κατασκευάζεται ως εξής:

Με τη χρήση των αποτυπωτικών υλικών κατασκευάζουμε ένα αποτύπωμα (Εικ. 3.1). Το αποτύπωμα είναι ένα αρνητικό εντύπωμα ενός ή περισσότερων ανατομικών μορίων της στοματικής κοιλότητας. Ακολούθως χρησιμοποιούμε το αποτύπωμα για την κατασκευή ενός θετικού ομοιώματος των ανατομικών μορίων. Το θετικό αυτό ομοίωμα ονομάζεται εκμαγείο και συνήθως είναι κατασκευασμένο από γύψο (Εικ. 3.2).



Εικ. 3.1. Αποτύπωμα άνω γνάθου



Εικ. 3.2. Εκμαγείο άνω γνάθου

Η κατασκευή των αποτυπωμάτων είναι αποκλειστική δουλειά του οδοντιάτρου. Γίνεται με τη βοήθεια του αποτυπωτικού δισκαρίου (Εικ. 3.3, 3.4 και 3.5) και του αποτυπωτικού υλικού. Ο οδοντοτεχνίτης παραλαμβάνει το αποτύπωμα έτοιμο και αναλαμβάνει την κατασκευή του εκμαγείου και της προσθετικής εργασίας. Ο σύγχρονος οδοντοτεχνίτης πρέπει να γνωρίζει καλά τα υλικά με τα οποία εργάζεται, αλλά και να γνωρίζει το χειρισμό των υλικών που του αποστέλλει ο οδοντίατρος. Έτσι επιτυγχάνεται μια αρμονική συνεργασία για το καλό του ασθενούς.

Οι ιδιότητες που πρέπει να διαθέτει ένα ιδανικό αποτυπωτικό υλικό, και αφορούν τον οδοντοτεχνίτη, είναι οι ακόλουθες:

1. Να παρέχει ακριβή αποτύπωση, ώστε να αποδίδει σωστά τις λεπτομέρειες.
2. Να διατηρεί σταθερές τις διαστάσεις του, κάτω από τις συνθήκες θερμοκρασίας και υγρασίας που επικρατούν στο ιατρείο και στο εργαστήριο, για χρονικό διάστημα τέτοιο, που να επιτρέπει την κατασκευή του εκμαγείου.
3. Να είναι συμβατό με τα υλικά κατασκευής των εκμαγείων.
4. Να μπορεί να απολυμανθεί, χωρίς να επηρεάζεται η ακρίβεια της αποτύπωσης.
5. Να μην απελευθερώνονται παραπροϊόντα κατά τον πολυμερισμό του υλικού ή κατά την πήξη της γύψου.

6. Να μπορεί να επιμεταλλωθεί.

Ο οδοντοτεχνίτης πρέπει να γνωρίζει καλά των χειρισμό των αποτυπωμάτων που παίρνει από τον οδοντίατρο. Ο χειρισμός αυτός διαφέρει ανάλογα με το αποτυπωτικό υλικό. Μερικά στάδια όμως είναι κοινά για όλα τα υλικά. Το σημαντικότερο ίσως στάδιο είναι η απολύμανση των αποτυπωμάτων. Τα αποτυπώματα που έρχονται από τον οδοντίατρο μπορεί να



Εικ. 3.3. Αποτυπωτικό δισκάριο εμπορίου (μεταλλικό)



Εικ. 3.4. Αποτυπωτικό δισκάριο εμπορίου (πλαστικό-μιας χρήσης)



Εικ. 3.5. Αποτυπωτικό δισκάριο (ατομικό)

έχουν ήδη απολυμανθεί στο ιατρείο. Αν δεν έχουν πρέπει οπωσδήποτε να απολυμαίνονται στο εργαστήριο πριν την κατασκευή των εκμαγείων.

■ 3.2 Ταξινόμηση αποτυπωτικών υλικών

Τα αποτυπωτικά υλικά μπορούν να ταξινομηθούν με διάφορους τρόπους. Η συνηθέστερη ίσως κατάταξη είναι αυτή που γίνεται με βάση την ελαστικότητα και την αμφίδρομη ή μη αντίδραση πήξης (Πίνακας 3.1). Επίσης χρησιμοποιούνται και άλλες συμπληρωματικές κατατάξεις. Για παράδειγμα, τα αντιστρεπτά υλικά, που η μετάβαση από την μια κατάσταση στην άλλη επιτυγχάνεται με την αλλαγή της θερμοκρασίας, ονομάζονται θερμοπλαστικά. Τα ελαστικομερή μπορούμε να τα κατατάξουμε με βάση τη σύστασή τους σε λεπτόρρευστα, μέσης ρευστότητας, παχύρρευστα και στοκκώδη.

Πίνακας 3.1	Κατάταξη Αποτυπωτικών Υλικών
Μη ελαστικά – Αντιστρεπτά Θερμοπλαστικό Γουταπέρκα Κερί	Μη ελαστικά – Μη αντιστρεπτά Αποτυπωτική Γύψος Φύραμα ZnO – Ευγενόλης Συνθετικές Ρητίνες
Ελαστικά – Αντιστρεπτά Άγαρ - άγαρ	Ελαστικά - Μη Αντιστρεπτά Αλγινικό Ελαστικομερή Πολυσουλφίδια ή Μερκαπτάνες Σιλικόνες Πολυαιθέρες

■ 3.3 Θερμοπλαστικό

Το θερμοπλαστικό είναι από τα παλαιότερα αποτυπωτικά υλικά που χρησιμοποιούνται στην Οδοντιατρική. Εκτός από την λήψη αποτυπωμάτων χρησιμοποιείται παλαιότερα και για την κατασκευή δισκαρίων αποτύπωσης, βασικών πλακών κ.τ.λ. Σήμερα στις πιο πολλές εφαρμογές έχει αντικατασταθεί από άλλα υλικά, όπως το ακρυλικό.

Σύσταση

Το θερμοπλαστικό για οδοντιατρική χρήση περιέχει ρητίνες, κεριά, ενισχυτικές ουσίες και ελάχιστες ποσότητες χρώματος. Κυκλοφορεί σε πλά-

κες ή ραβδία και σε διάφορα χρώματα όπως άσπρο, πράσινο, καφέ και μαύρο.

Ιδιότητες

Το θερμοπλαστικό είναι υλικό αντιστρεπτό, που σημαίνει ότι μπορεί να μεταπίπτει από την ρευστή κατάσταση στη στερεή και αντιστρόφως. Η μετάπτωση αυτή γίνεται, όπως λέει και το όνομά του, με τη βοήθεια της θερμότητας. Έτσι όταν θερμανθεί το θερμοπλαστικό μαλακώνει και όταν ψυχθεί σκληραίνει.

Το θερμοπλαστικό είναι υλικό μη ελαστικό. Αυτό σημαίνει, ότι όταν πήξει, είναι δύσκαμπτο και δεν έχει καμία ελαστικότητα.

Πλεονεκτήματα

Το θερμοπλαστικό είναι υλικό οικονομικό, εύχρηστο και μπορεί να αποθηκευτεί, πριν τη χρησιμοποίησή του, για απεριόριστο χρονικό διάστημα χωρίς να αλλοιωθεί. Δεν απαιτείται ατομικό δισκίο. Εκτός από αποτυπωτικό υλικό έχει αρκετές εφαρμογές και στην καθημερινή εργαστηριακή πράξη.

Μειονεκτήματα

Είναι υλικό μη ελαστικό και δε μπορεί να αποτυπώσει περιοχές με έντονες εσοχές. Είναι ευαίσθητο στις αλλαγές θερμοκρασίας. Δεν έχει μεγάλη ακρίβεια στην αποτύπωση και δε μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως υλικό τελικού αποτυπώματος. Συχνά χρειάζεται να καταστρέψουμε το αποτύπωμα κατά την αφαίρεση του εκμαγείου.

Χρήσεις

Επειδή το θερμοπλαστικό είναι μη ελαστικό δε μπορεί να αφαιρεθεί από τα δόντια όταν πήξει. Γι' αυτό χρησιμοποιείται κυρίως στην κινητή προσθετική για αρχικά αποτυπώματα ολικών οδοντοστοιχιών και για τη διαμόρφωση των ορίων του ατομικού δισκαρίου (τμηματική θέρμανση) των τελικών αποτυπωμάτων. (Εικ. 3.6)



Εικ. 3.6. Διαμόρφωση ορίων ατομικού δισκαρίου με θερμοπλαστικό

Όταν έρχεται ένα αποτύπωμα από θερμοπλαστικό στο εργαστήριο πρέπει να το απολυμάνουμε, να το εγκιβωτίσουμε και να κατασκευάσουμε το εκμαγείο. Προσοχή απαιτείται στο θερμοπλαστικό, να μην το τοποθετούμε σε σημεία με υψηλή θερμοκρασία, διότι έτσι θα καταστραφεί το αποτύπωμα. Μεγάλη προσοχή χρειάζεται στην αφαίρεση της πηγμένης γύψου από το αποτύπωμα. Το θερμοπλαστικό είναι πολύ σκληρό με αποτέλεσμα το εκμαγείο να μην αφαιρείται εύκολα, ιδιαίτερα σε περιοχές που παρουσιάζουν εσοχές, και να κινδυνεύει να σπάσει. Γι' αυτό συχνά εμβαπτίζουμε το αποτύπωμα μαζί με το εκμαγείο σε μπολ με ζεστό νερό, για να μαλακώσει το θερμοπλαστικό υλικό και να αφαιρεθεί το εκμαγείο χωρίς κίνδυνο.

Το θερμοπλαστικό ελάχιστα χρησιμοποιείται σήμερα για την κατασκευή ατομικών δισκαρίων ή βασικών πλακών λόγω της ευαισθησίας του στην θερμοκρασία και της ευθραυστότητάς του, και έχει σχεδόν πλήρως αντικατασταθεί από την ακρυλική ρητίνη.

■ 3.4 Φύραμα οξειδίου του ψευδαργύρου και ευγενόλης (ZnOE)

Το φύραμα ZnOE χρησιμοποιείται στην Οδοντιατρική από το 1930. Κυρίως χρησιμοποιείται για την κατασκευή τελικών αποτυπωμάτων ολικών οδοντοστοιχιών με τη βοήθεια ατομικών δισκαρίων (Εικ.3.7). Σήμερα έχει σε μεγάλο βαθμό αντικατασταθεί από τα ελαστικομερή αποτυπωτικά υλικά.

Σύσταση

Το φύραμα ZnOE προσφέρεται σε δύο σωληνάρια που το ένα περιέχει την ευγενόλη (E), ενώ το άλλο περιέχει το οξείδιο του ψευδαργύρου (ZnO).



Εικ. 3.7. Αποτύπωμα από φύραμα ZnOE

Η ευγενόλη είναι που δίνει την χαρακτηριστική μυρωδιά στα αποτυπώματα από ZnOE.

Ιδιότητες

Το φύραμα ZnOE είναι υλικό μη αντιστρεπτό, άρα από τη στιγμή που θα πήξει δεν επιδέχεται καμία αλλαγή. Είναι μη ελαστικό και τα αποτυπώματα εύθρυπτα και δύσκαμπτα.

Το φύραμα ZnOE είναι αρκετά ρευστό μετά από την ανάμειξη και για την αποτύπωση απαιτείται ατομικό δισκίο. Παρουσιάζει ικανοποιητική προσκόλληση στο δισκίο και γι' αυτό δεν χρειάζεται συγκολλητική ουσία στο δισκίο ή οπές συγκράτησης.

Το φύραμα ZnOE, 30 λεπτά μετά από την πήξη του, παρουσιάζει συστολή από 0,1 έως και 3%. Μετά την πάροδο 24 ωρών δεν παρατηρείται καμία μεταβολή.

Πλεονεκτήματα

Δίνει αποτυπώματα με καλή ακρίβεια, τα οποία έχουν σταθερότητα διαστάσεων. Είναι σχετικά οικονομικό. Μπορεί να αποτυπώσει καλά τον βλεννογόνο των νωδών ασθενών. Κατά την τοποθέτηση της γύψου στο αποτύπωμα δεν χρειάζεται διαχωριστικό.

Μειονεκτήματα

Η ευγενόλη είναι ερεθιστική στους ιστούς των ασθενών και έχει έντονη χαρακτηριστική οσμή. Είναι μη ελαστικό μετά την πήξη του και δε μπορεί να αφαιρεθεί εύκολα από τις εσοχές. Είναι υλικό εύθρυπτο.

Χρήσεις

Επειδή το φύραμα ZnOE είναι μη ελαστικό υλικό, δε μπορεί να αφαιρεθεί από τα δόντια και από τις εσοχές του στόματος όταν πήξει. Γι' αυτό η χρήση του περιορίζεται στα τελικά αποτυπώματα των ολικών οδοντοστοιχιών.

Όταν έρχεται ένα αποτύπωμα από φύραμα ZnOE στο εργαστήριο πρέπει να το απολυμάνουμε, να το εγκιβωτίσουμε και να κατασκευάσουμε το εκμαγείο. Τα εκμαγεία, στα αποτυπώματα από ZnOE, κατασκευάζονται αποκλειστικά από γύψο. Πολλές φορές όταν, αφαιρείται το εκμαγείο από το αποτύπωμα, μπορεί το αποτύπωμα να καταστραφεί.

■ 3.5 Υδροκολλοειδή

Τα υδροκολλοειδή αποτυπωτικά υλικά στην οδοντιατρική διακρίνονται στα αντιστρεπτά (Άγαρ-άγαρ) και στα μη αντιστρεπτά (αλγινικό).

3.5.1 Άγαρ-άγαρ



Εικ. 3.8. Αποτύπωμα από άγαρ-άγαρ

Το Άγαρ-άγαρ ήταν το πρώτο ελαστικομερές αποτυπωτικό υλικό που χρησιμοποιήθηκε στην οδοντιατρική (Εικ. 3.8). Συχνά ονομάζεται και *αντιστρεπτό υδροκολλοειδές*.

Επί χρόνια χρησιμοποιείται και στην οδοντοτεχνική ως υλικό ανατύπωσης των εκμαγείων κατασκευής σκελετών των μερικών οδοντοστοιχιών. Σήμερα έχει αρχίσει προοδευτικά να περιορίζεται η χρήση του και να αντικαθίσταται από τις σιλικόνες.

Σύσταση

Το Άγαρ-άγαρ αποτελείται από 12-15% άγαρ, διάφορα πρόσθετα και 80-85% νερό.

Ιδιότητες

Το Άγαρ-άγαρ είναι υλικό αντιστρεπτό. Στη θερμοκρασία περιβάλλοντος είναι σε μορφή πηκτής (gel). Όταν θερμανθεί στους 100°C μεταπίπτει σε μια ημίρρευστη κατάσταση όπου ονομάζεται sol. Όταν η θερμοκρασία πέσει στους 37°C τότε το υλικό μετατρέπεται πάλι σε gel. Κλινικά η μείωση αυτή της θερμοκρασίας επιτυγχάνεται με τη χρήση ειδικών δισκαρίων που ψύχονται με τη διέλευση νερού μέσα από αυτά.

Το υδροκολλοειδές έχει εξαιρετική ακρίβεια αναπαραγωγής των λεπτομερειών. Εάν όμως μείνει στον αέρα, αρχίζει απώλεια του νερού από τη μάζα του υλικού, το οποίο αποτελείται από 85% περίπου νερό. Η απώλεια αυτή του νερού έχει σαν αποτέλεσμα τη μείωση των διαστάσεων του αποτυπώματος. Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται *ρίκνωση*. Εάν το αποτύπωμα τοποθετηθεί μέσα σε νερό, τότε διαστέλλεται, διότι απορροφά νερό. Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται *σπάργωση*. Για να αποφευχθεί η μεταβολή των διαστάσεων επιβάλλεται η κατασκευή του εκμαγείου αμέσως. Όπως είναι προφανές δεν μπορεί να κατασκευαστεί δεύτερο εκμαγείο από το ίδιο αποτύπωμα, διότι μέχρι να πήξει το πρώτο εκμαγείο, θα έχουν μεταβληθεί οι διαστάσεις του αποτυπώματος.

Το Άγαρ-άγαρ είναι υδρόφιλο υλικό, πράγμα που το κάνει εξαιρετικό

για οδοντιατρική χρήση, αφού δεν επηρεάζεται από την υγρασία και το σάλιο του στόματος. Έχει καλή ελαστικότητα και μπορεί να αποτυπώνει εύκολα περιοχές με έντονες εσοχές.

Πλεονεκτήματα

Είναι υδρόφιλο, ελαστικό και έχει εξαιρετική ακρίβεια αποτύπωσης. Είναι υλικό πάρα πολύ φθηνό.

Μειονεκτήματα

Απαιτείται ειδικός εξοπλισμός από τον οδοντίατρο. Παρουσιάζει τα φαινόμενα της ρίκνωσης και της σπάργωσης. Δε μπορεί να κατασκευαστεί δεύτερο εκμαγείο από το ίδιο αποτύπωμα. Χρειάζεται προσοχή στην απολύμανση με διαλύματα.

Χρήσεις

Το Άγαρ-άγαρ, παρά τις εξαιρετικές του υδρόφιλες ιδιότητες που το κάνουν ιδανικό υλικό για αποτύπωση μέσα στο υγρό στοματικό περιβάλλον, δε χρησιμοποιείται ευρέως από τους οδοντιάτρους σήμερα. Τα φαινόμενα της ρίκνωσης και της σπάργωσης που παρουσιάζει δημιουργούν προβλήματα στην κατασκευή του εκμαγείου. Είναι πρακτικά αδύνατον το αποτύπωμα να μεταφερθεί από το οδοντιατρείο στο εργαστήριο χωρίς να μεταβληθούν οι διαστάσεις του. Πρέπει το εκμαγείο να κατασκευάζεται αμέσως μετά τη λήψη του αποτυπώματος. Ένα άλλο πρόβλημα που παρουσιάζει είναι η δυσκολία απολύμανσής του. Επειδή απορροφά νερό, δε μπορούμε να το εμβαπτίσουμε σε απολυμαντικό διάλυμα επί πάρα πολύ ώρα. Θα πρέπει είτε να απολυμανθεί σε ισχυρό αντισηπτικό διάλυμα για σύντομο χρονικό διάστημα, είτε να απολυμανθεί με κάποιο άλλο τρόπο όπως ψεκασμό με απολυμαντικό κ.τ.λ. Το εκμαγείο πρέπει να αφαιρείται από το αποτύπωμα μόλις ολοκληρωθεί η πήξη της γύψου, διότι αλλιώς, το άγαρ-άγαρ που λόγω της ρίκνωσης έχει χάσει νερό, απορροφά νερό από τη γύψο με αποτέλεσμα η επιφάνεια του εκμαγείου να γίνεται ψαθυρή και εύθρυπτη.

Στην οδοντοτεχνική το άγαρ-άγαρ χρησιμοποιείται επί σειρά ετών στην ανατύπωση των εκμαγείων για την κατασκευή των μεταλλικών σκελετών των μερικών οδοντοστοιχιών. Το αντιστρεπτό υδροκολλοειδές που χρησιμοποιείται στην οδοντοτεχνική είναι παρόμοιο με τη μορφή του αποτυπωτικού υλικού, αλλά οι συσκευασίες διαφέρουν. Η χρησιμότητά του οφεί-

λεται στο γεγονός ότι είναι αντιστρεπτό και μπορεί να χρησιμοποιηθεί πολλές φορές. Επίσης έχει χαμηλό κόστος και μεγάλη ακρίβεια αναπαραγωγής λεπτομερειών. Σήμερα και στην οδοντοτεχνική αρχίζει να εκτοπίζεται από άλλα υλικά.

3.5.2 Αλγινικό

Το αλγινικό χρησιμοποιείται από τη δεκαετία του 1930 και είναι σήμερα ένα από τα πιο διαδεδομένα αποτυπωτικά υλικά. Είναι υδροκολλοειδές, όπως και το άγαρ-άγαρ, αλλά είναι μη αντιστρεπτό. Συγκρινόμενο με το άγαρ-άγαρ πλεονεκτεί, διότι δεν χρειάζεται ειδικά δισκάρια και εξοπλισμό.

Σύσταση

Το αλγινικό υδροκολλοειδές αποτελείται από σκόνη που περιέχει άλατα αλγινικού νατρίου ή καλίου. Η σκόνη αναμιγνύεται με νερό. Η πήξη του αλγινικού οφείλεται σε χημική αντίδραση και όχι μεταβολή της θερμοκρασίας όπως στο άγαρ-άγαρ.

Ιδιότητες

Το αλγινικό υδροκολλοειδές έχει πολλές κοινές ιδιότητες με το άγαρ-άγαρ. Παρουσιάζει και αυτό τα φαινόμενα της *σπάργωσης* (προσρόφηση νερού) και της *ρίκνωσης* (αποβολή νερού). Γι' αυτό πρέπει το εκμαγείο να κατασκευάζεται αμέσως μόλις το αποτύπωμα αφαιρεθεί από το στόμα του ασθενούς από τον οδοντίατρο.

Το αλγινικό έχει καλή ελαστικότητα, ευκαμψία και αντοχή στη θλίψη. Δεν έχει όμως καλή αντοχή στον εφελκυσμό με αποτέλεσμα να σχίζεται εύκολα, ιδιαίτερα στα μεσοδόντια διαστήματα. Το γεγονός αυτό το κάνει ακατάλληλο για αποτύπωση σε ακίνητη προσθετική εργασία.

Το αλγινικό υδροκολλοειδές μπορεί να αποτυπώσει ικανοποιητικά τις λεπτομέρειες, αλλά υπολείπεται σε ακρίβεια του άγαρ-άγαρ και των ελαστικομερών αποτυπωτικών υλικών. Σε αντίθεση με το άγαρ-άγαρ το αλγινικό είναι μη αντιστρεπτό.

Πλεονεκτήματα

Το αλγινικό υδροκολλοειδές είναι υλικό με υδρόφιλο χαρακτήρα, ελαστικότητα και καλή αντοχή στη θλίψη. Αποτυπώνει καλά τις λεπτομέρειες, έχει χαμηλό κόστος και δεν χρειάζεται ειδικό εξοπλισμό από τον οδοντίατρο. Έχει ανεκτή γεύση και οσμή.

Μειονεκτήματα

Παρουσιάζει τα φαινόμενα της ρίκνωσης και της σπάργωσης. Ως αποτέλεσμα δεν μπορεί να κατασκευαστεί δεύτερο εκμαγείο από το ίδιο αποτύπωμα και χρειάζεται προσοχή στην απολύμανση με διαλύματα. Έχει μικρή αντοχή στην απόσχιση.

Χρήσεις

Το αλγινικό χρησιμοποιείται ευρέως για την κατασκευή αρχικών διαγνωστικών αποτυπωμάτων (Εικ. 3.9). Από αυτά κατασκευάζονται τα αρχικά διαγνωστικά εκμαγεία. Αυτά ονομάζονται και εκμαγεία μελέτης ή εκμαγεία προτέρας κατάστασης του ασθενούς ανάλογα με τη χρησιμότητά τους. Χρησιμοποιείται και για αποτυπώματα μερικών οδοντοστιχιών.



Εικ. 3.9. Αποτύπωμα από αλγινικό

Το εκμαγείο πρέπει να κατασκευάζεται αμέσως μετά από την λήψη του αποτυπώματος αλγινικού (Εικ 3.10). Συχνά είναι πρακτικά αδύνατο να μεταφερθεί το αποτύπωμα από το ιατρείο στο εργαστήριο γιατί μεσολαβεί μεγάλο χρονικό διάστημα. Η τοποθέτηση του αποτυπώματος σε νερό πρέπει να αποφεύγεται, γιατί το αλγινικό θα προσροφήσει νερό (σπάργωση). Τα αποτυπώματα πρέπει να καθαρίζονται από τυχόν υπολείμματα σάλιου ή αίματος, μια και αυτά τα υγρά παρεμβαίνουν στην πήξη της γύψου. Αφού το αποτύπωμα πλυθεί σχολαστικά, απολυμαίνεται, ξεπλένεται με νερό και στεγνώνεται με αέρα. Πολλή προσοχή πρέπει να δίνεται στο στέγνωμα των αλγινικών αποτυπωμάτων, διότι, εάν στεγνωθούν πολύ αποξηραίνονται και αυτό οδηγεί σε αλλοίωση των διαστάσεών τους). Εάν δεν απομακρυνθεί το νερό επιμελώς, ιδιαίτερα από τα εντυπώματα των φυμάτων, το γύψινο εκμαγείο γίνεται πιο εύθρυπτο σε αυτές τις περιοχές. Το εκμαγείο πρέπει να αφαιρείται από το αποτύπωμα μόλις ολοκληρωθεί η πήξη της γύψου διότι το αποτύπωμα χάνει την υγρασία του και απορροφά υγρασία από τη γύψο του εκμαγείου. Επίσης το αλγινικό με την απώλεια νερού χάνει την ελαστικότητά του και συρρικνώνεται με αποτέλεσμα να κινδυνεύει το εκμαγείο να σπάσει κατά την αφαίρεσή του από το αποτύπωμα.



Εικ. 3.10. Αποτύπωμα από αλγινικό μετά την πάροδο 12 ωρών. Είναι εμφανής η μεγάλη ρίκνωση που έχει υποστεί.

Η απολύμανση των αποτυπωμάτων αλγινικού παρουσιάζει τα ίδια προβλήματα με αυτά του άγαρ-άγαρ. Πρέπει να απολυμαίνονται είτε σε ισχυρό αντισηπτικό διάλυμα για σύντομο χρονικό διάστημα είτε με κάποιο άλλο τρόπο όπως ψεκασμό με απολυμαντικό κ.τ.λ.

■ 3.6 Ελαστικομερή αποτυπωτικά υλικά

Ελαστικό χαρακτηρίζεται ένα υλικό, το οποίο παραμορφώνεται κάτω από την άσκηση πίεσης, αλλά επανέρχεται στην προηγούμενη κατάσταση μόλις η πίεση παύσει. Τα ελαστικομερή αποτυπωτικά υλικά διαθέτουν αυτή την ελαστικότητα, ιδιότητα απαραίτητη για την αφαίρεση του διακαρίου από το στόμα και από τις υποσκαφές που παρουσιάζουν τα δόντια.

Τα πρώτα ελαστικά αποτυπωτικά υλικά, υπήρξαν τα *πολυσουλφίδια* ή *ελαστικομερή υλικά της μερκαπτάνης*, που πρωτοεμφανίστηκαν την δεκαετία του 1950. Σε μικρό χρονικό διάστημα μετά από την εμφάνιση των πολυσουλφιδίων μια νέα ομάδα ελαστικών αποτυπωτικών υλικών, οι *σιλικόνες συμπύκνωσης*, εισάγεται στην οδοντιατρική. Η ευκολία χρήσης τους τις κάνει αμέσως ευρέως αποδεκτές. Βασικό όμως πρόβλημα των σιλικονών συμπύκνωσης είναι η μεταβολή των διατάσεών τους. Οι *πολυαιθέρες* αποτελούν την τρίτη ομάδα ελαστικομερών υλικών και εμφανίστηκαν το

1969. Βασικό τους πλεονέκτημα είναι η ακριβής αναπαραγωγή των λεπτομερειών των δοντιών. Η τελευταία ομάδα ελαστικών αποτυπωτικών υλικών είναι οι *πολύ-βινύλ σιλοξάνες ή σιλικόνες προσθήκης*, που ανακαλύφθηκαν προς το τέλος της δεκαετίας του 1970. Παρουσιάζουν ένα σημαντικό αριθμό πλεονεκτημάτων και σήμερα είναι το πιο ευρέως χρησιμοποιούμενο αποτυπωτικό υλικό.

Οι τέσσερις ομάδες που προαναφέρθηκαν αποτελούν την κατηγορία των ελαστικομερών αποτυπωτικών υλικών, στην οποία ανήκει ένας μεγάλος αριθμός προϊόντων που χρησιμοποιούνται ευρύτατα από τους οδοντιάτρους και με τα οποία καλούνται οι οδοντοτεχνίτες να εργαστούν καθημερινά στο εργαστήριο.

Τα ελαστικομερή αποτυπωτικά υλικά πολυμερίζονται με δύο διαφορετικούς τρόπους: 1) *Με πολυμερισμό προσθήκης* (Addition Polymerization) και 2) *Με πολυμερισμό συμπύκνωσης* (Condensation Polymerization). Τα υλικά που πολυμερίζονται με πολυμερισμό προσθήκης είναι πιο σταθερά, δεν μεταβάλλουν τις διαστάσεις τους, και συχνά εμφανίζουν μεγαλύτερη ακρίβεια αναπαραγωγής λεπτομερειών σε σύγκριση με τα υπόλοιπα ελαστικομερή υλικά.

Εκτός από τους προαναφερθέντες τρόπους κατάταξης τα ελαστικομερή αποτυπωτικά υλικά ταξινομούνται και με βάση το ιξώδες τους. Η κατάταξη αυτή έχει κυρίως κλινική σημασία για τους οδοντιάτρους και δεν παίζει σημαντικό ρόλο στο χειρισμό του αποτυπώματος από τον οδοντοτεχνίτη. Με βάση το ιξώδες τους τα διακρίνουμε σε χαμηλού ιξώδους (low viscosity) ή λεπτόρρευστα, σε μέσου ιξώδους (medium viscosity) ή μέσης ρευστότητας και σε υψηλού ιξώδους (high viscosity) ή παχύρρευστα. Οι σιλικόνες διατίθενται και σε πολύ υψηλό ιξώδες (very high viscosity) ή αλλιώς ονομαζόμενη ζυμώδη ή στοκκώδη μορφή (putty). Οι σιλικόνες συμπύκνωσης διατίθενται σε λεπτόρρευστη και στοκκώδη μορφή.

3.6.1 Πολυσουλφίδια ή ελαστικομερή της μερκαπτάνης

Οι μερκαπτάνες σήμερα έχουν περιορισμένη χρήση στην ακίνητη προσθετική. Πιο πολύ χρησιμοποιούνται στην κινητή προσθετική για αποτυπώματα ολικών ή μερικών οδοντοστοιχιών (Εικ. 3.11).



Εικ. 3.11. Αποτύπωμα από πολυσουλφίδιο

Σύσταση

Οι μερκαπτάνες διατίθενται σε μορφή φυραμάτων (πάστας) μέσα σε 2 σωληνάρια. Το ένα σωληνάριο αναγράφει την ονομασία βάση και το άλλο καταλύτης. Η βάση περιέχει ενώσεις θείου, γι' αυτό η μυρωδιά των υλικών αυτών είναι όμοια με αυτή του υδρόθειου. Η χημική αντίδραση είναι πολυμερισμός τύπου συμπίκνωσης και έχει σαν αποτέλεσμα την παραγωγή ύδατος ως παραπροϊόντος.

Ιδιότητες

Οι μερκαπτάνες είναι ελαστικά μη αντιστρεπτά αποτυπωτικά υλικά. Ανάλογα με το ιξώδες διακρίνονται σε πυκνόρρευστες, λεπτόρρευστες και μέσης ρευστότητας. Μετά την ανάμειξη είναι αρκετά ρευστές και για την αποτύπωση χρειάζεται ατομικό δισκάριο. Οι μερκαπτάνες είναι υλικά υδρόφοβα και απαιτείται στεγνό περιβάλλον κατά την αποτύπωση.

Η ύπαρξη ύδατος ως παραπροϊόντος έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση των διαστάσεων των αποτυπωμάτων με την πάροδο της ώρας. Η συστολή μετά την πάροδο 24 ωρών μπορεί να φτάσει και το 0,4%, γι' αυτό και η κατασκευή των εκμαγείων δεν πρέπει να καθυστερεί. Παρ' όλα αυτά οι μερκαπτάνες διατηρούν τις διαστάσεις τους καλύτερα από τις σιλικόνες συμπίκνωσης.

Πλεονεκτήματα

Οι μερκαπτάνες έχουν καλή ακρίβεια αναπαραγωγής λεπτομερειών, καλή ελαστική συμπεριφορά και καλή ογκομετρική σταθερότητα. Διαθέτουν μεγάλο χρόνο εργασίας (διευκολύνεται η αποτύπωση πολλαπλών παρασκευών εντός του στόματος). Έχουν χαμηλότερο κόστος από τα άλλα ελαστικομερή. Μπορούν να επιμεταλλωθούν.

Μειονεκτήματα

Τα πολυσουλφίδια έχουν μεγάλο χρόνος πήξης, πράγμα που μπορεί να είναι και μειονέκτημα μερικές φορές. Έχουν πολύ δυσάρεστη μυρωδιά και

γεύση και είναι υδρόφοβα υλικά. Για την αποτύπωση χρειάζεται κατασκευή ατομικού δισκάριου. Εάν κατασκευάσουμε δεύτερο εκμαγείο από το ίδιο αποτύπωμα δεν παρουσιάζει την ίδια ακρίβεια με το πρώτο.

Χρήσεις

Οι μερκαπτάνες διατηρούν τις διαστάσεις τους καλύτερα από τις σιλικόνες συμπύκνωσης, και, επειδή αποτελούν χρονολογικά την πρώτη κατηγορία ελαστικών αποτυπωτικών υλικών, χρησιμοποιούνται ευρύτατα για πολλά χρόνια. Σήμερα αντικαθίστανται σταδιακά από τις σιλικόνες προσθήκης και τους πολυαιθέρες.

Η κατασκευή των εκμαγείων πρέπει να γίνεται αφού παρέλθουν 30 λεπτά από την λήψη του αποτυπώματος. Επειδή υπάρχει όμως μεταβολή των διαστάσεων στα αποτυπώματα από μερκαπτάνες, μετά την πάροδο μιας ώρας από τον πολυμερισμό, συνιστάται η κατασκευή εκμαγείων το συντομότερο δυνατό. Το ατομικό δισκάριο πρέπει να επαλειφθεί με ειδικές κολλώδεις ουσίες για να επιτευχθεί καλύτερη συγκράτηση του υλικού (Εικ. 3.12). Οι οπές συγκράτησης δεν βοηθούν, αντιθέτως εμποδίζουν την σωστή αποτύπωση μια και το υλικό ρέει από αυτές και πρέπει να αποφεύγουμε να τις κατασκευάζουμε στα ατομικά δισκάρια.



Εικ. 3.12. Ατομικό δισκάριο με επάλειψη ειδικής κολλώδους ουσίας.

Οι μερκαπτάνες είναι αρκετά ελαστικές ώστε να αφαιρείται το εκμαγείο από το αποτύπωμα χωρίς κίνδυνο σπασίματος κολοβωμάτων ή δοντιών. Το δεύτερο εκμαγείο δεν έχει την ακρίβεια του πρώτου, διότι οι μερκαπτάνες αποσχίζονται σχετικά εύκολα κατά την αφαίρεση του πρώτου και δε διατηρούν τις διαστάσεις τους σταθερές για αρκετό χρόνο.

3.6.2 Σιλικόνες συμπύκνωσης (Condensation silicones).

Οι σιλικόνες συμπύκνωσης εισήχθησαν στην οδοντιατρική ως εναλλακτική λύση στα πολυσουλφίδια, τα οποία με την άσχημη μυρωδιά τους και την μεταβολή των διαστάσεών τους παρουσίαζαν αρκετά μειονεκτήματα (3.13).



Εικ. 3.13. Αποτύπωμα από σιλικόνη συμύκνωσης

Σύσταση

Οι οδοντιατρικές σιλικόνες διατίθεται σε βάση και καταλύτη. Η βάση περιέχει ενισχυτικές ουσίες που δίνουν την επιθυμητή σύσταση στο υλικό. Συνήθως διακρίνονται σε στοκκώδεις και λεπτόρρευστες. Ο καταλύτης είναι είτε σε μορφή υγρού σε σταγονομετρική φιάλη είτε σε μορφή πάστας.

Ιδιότητες

Οι σιλικόνες συμύκνωσης είναι ελαστικά μη αντιστρεπτά αποτυπωτικά υλικά. Ανάλογα με το ιξώδες διακρίνονται σε στοκκώδεις και λεπτόρρευστες. Οι στοκκώδεις τοποθετούνται στο δισκάριο του εμπορίου ως βάση για το λεπτόρρευστο υλικό. Για τις σιλικόνες συμύκνωσης δεν κατασκευάζουμε ατομικά δισκάρια.

Είναι υλικά υδρόφοβα και απαιτείται στεγνό περιβάλλον κατά την αποτύπωση.

Πολυμερίζονται με αντίδραση συμύκνωσης και έχουν ως *παραπροϊόν της αντίδρασης αιθυλική αλκοόλη*. Η εξάτμιση της αιθυλικής αλκοόλης είναι η αιτία που μετά την ολοκλήρωση της πήξης τους παρατηρείται μεγάλη μεταβολή των διαστάσεών τους (συστολή). Αυτό είναι και το σημαντικότερο πρόβλημα με αυτή την κατηγορία ελαστικών αποτυπωτικών υλικών. Η παρατηρούμενη συστολή στις σιλικόνες συμύκνωσης φτάνει το 0,60% στις 24 ώρες.

Πλεονεκτήματα

Για την αποτύπωση με σιλικόνες συμύκνωσης δε χρειάζεται ατομικό δισκάριο. Δεν αποσχίζονται εύκολα κατά την αφαίρεσή τους από το στόμα. Έχουν αποδεκτή οσμή και γεύση και πήζουν γρήγορα. Αποτυπώνουν με ακρίβεια τις λεπτομέρειες. Μπορούν να επιμεταλλωθούν. Οι σιλικόνες συμύκνωσης απολυμαίνονται σε διαλύματα και έχουν σχετικά χαμηλό κόστος.

Μειονεκτήματα

Το αποτύπωμα μεταβάλλει τις διαστάσεις του και συρρικνώνεται με την πάροδο του χρόνου. Ο σιλικόνες έχουν μικρό χρόνο αποθήκευσης (περίπου 1 χρόνο) και είναι υλικά υδρόφοβα.

Χρήσεις

Τα μειονεκτήματα των σιλικονών συμπύκνωσης έχουν περιορίσει σημαντικά την χρήση τους. Η μεγάλη συστολή που παρουσιάζουν μετά την πήξη τους, κάνει πρακτικά αδύνατη την κατασκευή ενός εκμαγείου, που να έχει την ακρίβεια των διαστάσεων που απαιτείται για μια σωστή προσθετική εργασία. Τα εκμαγεία εργασίας πρέπει να κατασκευάζονται εντός μιας ώρας. Απαιτείται προσοχή, επειδή η γύψος δε ρέει πολύ εύκολα στην επιφάνεια των σιλικονών, ώστε να μην εγκλωβιστούν φυσαλίδες στο αποτύπωμα. Εάν κατασκευάσουμε δεύτερο εκμαγείο από το ίδιο αποτύπωμα δεν παρουσιάζει την ίδια ακρίβεια με το πρώτο.

Σήμερα οι σιλικόνες συμπύκνωσης, επειδή είναι σχετικά οικονομικές, χρησιμοποιούνται πιο πολύ στο εργαστήριο σε μια σειρά εργασιών όπου δεν επηρεάζονται πολύ από τη μεταβολή των διαστάσεων.

3.6.3 Πολυαιθέρες (Polyethers)

Οι πολυαιθέρες αποτελούν την τρίτη ομάδα ελαστικομερών υλικών. Δεν εμφανίζουν μεταβολή διαστάσεων όπως οι σιλικόνες συμπύκνωσης, αλλά η δυσκαμψία μετά την πήξη τους και ο μικρός χρόνος εργασίας που διαθέτουν αποτελούν μειονεκτήματα για τον οδοντίατρο και τον οδοντοτεχνίτη.

Σύσταση

Οι πολυαιθέρες διατίθενται σε μορφή φυράματος εντός σωληναρίων. Η τυπική συσκευασία περιέχει 2 σωληνάκια, ένα με το πολυμερές (βάση) και ένα με τον καταλύτη.

Η βάση αντιδρά με τον καταλύτη συνθέτοντας το τελικό ελαστικομερές, *χωρίς την παραγωγή παραπροϊόντος*. Το γεγονός ότι δεν υπάρχει παραπροϊόν στη χημική αντίδραση έχει μεγάλη σημασία και είναι η αιτία που οι πολυαιθέρες παρουσιάζουν διατήρηση των διαστάσεων του αποτυπώματος για μεγάλα χρονικά διαστήματα.

Διατίθενται σε τρεις διαφορετικές ρευστότητες, ως λεπτόρρευστα, μέσης ρευστότητας και παχύρρευστα υλικά.

Ιδιότητες

Οι πολυαιθέρες είναι ελαστικά αποτυπωτικά υλικά. Παρουσιάζουν πολύ μικρή συστολή πολυμερισμού, καλή αντοχή στην απόσχιση και σχετικά υψηλή μόνιμη παραμόρφωση υπό πίεση.

Μετά την πήξη τους οι πολυαιθέρες χάνουν μεγάλο μέρος της ελαστικότητάς τους και γίνονται δύσκαμπτοι. Η δυσκαμψία αυτή έχει ως αποτέλεσμα την δυσκολία αφαίρεσης του δισκαρίου από το στόμα όταν υπάρχουν μεγάλα μεσοδόντια τρίγωνα ή ενδιάμεσα γεφυρών. Επίσης είναι η αιτία που παρατηρείται καταστροφή των γύψινων κολοβωμάτων όταν το εκμαγείο εργασίας αφαιρείται από το αποτύπωμα απρόσεκτα.

Οι πολυαιθέρες είναι λιγότερο υδρόφοβοι από τα άλλα ελαστικομερή αποτυπωτικά υλικά, αλλά χρειάζονται και αυτοί στεγνό περιβάλλον για τη λήψη του αποτυπώματος. Μετά από τον πλήρη πολυμερισμό τους είναι δυνατόν να απορροφήσουν υγρασία και γι' αυτό το αποτύπωμα δεν πρέπει να διατηρείται σε υγρό περιβάλλον. Εάν το αποτύπωμα έρθει σε επαφή με υγρασία αλλάζουν πολύ οι διαστάσεις του.

Η ρευστότητά τους δεν επιτρέπει τη χρησιμοποίηση δισκαρίων εμπορίου και πρέπει να κατασκευάζουμε ατομικά δισκάρια.

Πλεονεκτήματα

Εξαιρετική ακρίβεια αναπαραγωγής λεπτομερειών. Ογκομετρική σταθερότητα για μεγάλο χρονικό διάστημα. Καλή αντοχή στην απόσχιση. Είναι λιγότερο υδρόφοβοι από τα άλλα ελαστικομερή αποτυπωτικά υλικά.

Μειονεκτήματα

Χρειάζεται κατασκευή ατομικού δισκαρίου. Οι πολυαιθέρες μετά την πήξη χάνουν την ελαστικότητά τους και παρουσιάζουν δυσκολία αφαίρεσης από το στόμα και το εκμαγείο. Απορροφούν νερό μετά τον πολυμερισμό, όταν έρθουν σε επαφή με υγρασία, και γι' αυτό απολυμαίνονται δύσκολα. Έχουν υψηλό κόστος.

Χρήσεις

Οι πολυαιθέρες χρησιμοποιούνται για αποτύπωση στην ακίνητη (Εικ.3.14) αλλά και στην κινητή προσθετική. Είναι υλικά με εξαιρετικές ιδιότητες και χρησιμοποιούνται ευρέως από τους οδοντιάτρους.

Για τους πολυαιθέρες χρειάζεται η κατασκευή ατομικού δισκαρίου. Το δισκάριο είναι τύπου χώρου. Η συγκράτηση του αποτυπωτικού υλικού γί-

νεται με τη χρήση ειδικής κολλώδους ουσίας. Η δημιουργία οπών συγκράτησης πρέπει να αποφεύγεται, διότι δεν βοηθά στη συγκράτηση και επιτρέπει τη διαφυγή του υλικού.

Η προσρόφηση υγρών από τους πηγμένους πολυαιθέρες εμποδίζει την απολύμανση των αποτυπωμάτων σε κοινά απολυμαντικά διαλύματα. Η απολύμανση πρέπει να γίνεται είτε σε πολύ ισχυρά διαλύματα για σύντομο χρονικό διάστημα ή με άλλους εναλλακτικούς τρόπους, όπως ψεκασμό με απολυμαντικές ουσίες.

Οι πολυαιθέρες διατηρούν σταθερές τις διαστάσεις τους για μεγάλο χρονικό διάστημα. Έτσι η κατασκευή του εκμαγείου μπορεί να καθυστερήσει για αρκετές μέρες. Ο πολυαιθέρας επιτρέπει στη γύψο να ρέει πολύ καλά στην επιφάνειά του, κατά την κατασκευή του εκμαγείου, περιορίζοντας έτσι την πιθανότητα δημιουργίας φυσαλίδων και ατελειών. Ο πολυαιθέρας δεν αποσχίζεται εύκολα και μπορούμε να κατασκευάσουμε πολλαπλά εκμαγεία από το ίδιο αποτύπωμα. Η αφαίρεση του εκμαγείου από το αποτύπωμα του πολυαιθέρα θέλει μεγάλη προσοχή. Ο πολυαιθέρας, όταν πήξει, γίνεται δύσκαμπτος και μπορεί να σπάσουν κολοβώματα ή δόντια από το εκμαγείο, εάν η αφαίρεσή του γίνει απρόσεκτα.



Εικ. 3.14. Αποτύπωμα από πολυαιθέρα

3.6.4 Σιλικόνες προσθήκης ή πολύ-βινύλ σιλοξάνες (Addition silicones, poly-vinyl siloxanes)

Η κατηγορία αυτή αποτελεί τη νεότερη ομάδα σύνθετων ελαστικών αποτυπωτικών υλικών. Ονομάζονται σιλικόνες προσθήκης λόγω του είδους του πολυμερισμού. Οι σιλικόνες προσθήκης μαζί με τους πολυαιθέρες αποτελούν τα καλύτερα αποτυπωτικά υλικά, όσον αφορά την ακρίβεια αναπαραγωγής των λεπτομερειών.

Σύσταση

Στο εμπόριο οι πολύ-βινύλ σιλοξάνες διατίθενται σαν βάση και καταλύτης όπου αναμιγνύονται σε ίσες ποσότητες. Κυκλοφορούν σαν λεπτόρρευστες, μέσης ρευστότητας, παχύρρευστες και στοκκώδεις.

Η βάση αντιδρά με τον καταλύτη και σχηματίζεται το τελικό πολυμερές (πηγμένη σιλικόνη). Κατά τη διάρκεια της αντίδρασης *δεν παράγεται παραπροϊόν*.

Ιδιότητες

Οι σιλικόνες προσθήκης είναι ελαστικά μη αντιστρεπτά αποτυπωτικά υλικά με υδρόφοβο χαρακτήρα. Πολυμερίζονται με αντίδραση προσθήκης χωρίς τη δημιουργία παραπροϊόντος. Έχουν τη μικρότερη συστολή από όλα τα άλλα αποτυπωτικά υλικά. Διατηρούν τις διαστάσεις τους σταθερές ακόμα και μετά την πάροδο μιας εβδομάδας. Παρουσιάζουν καλή αντοχή στην απόσχιση και μικρή μόνιμη παραμόρφωση υπό πίεση.

Οι σιλικόνες προσθήκης δεν παρουσιάζουν ορισμένα από τα μειονεκτήματα των πολυαιθέρων. Ο χρόνος εργασίας και ο χρόνος πήξης είναι μεγαλύτεροι των πολυαιθέρων και έτσι η χρήση τους σε αποτυπώματα πολλαπλών οδοντικών παρασκευών είναι ευκολότερη. Επίσης δεν παρουσιάζουν τη δυσκαμψία που παρουσιάζουν οι πολυαιθέρες μετά την πήξη.

Πλεονεκτήματα

Εμφανίζουν ογκομετρική σταθερότητα και εξαιρετική ακρίβεια αποτύπωσης. Η κατασκευή εκμαγείων μπορεί να καθυστερήσει για μερικές ημέρες, και η κατασκευή δεύτερου εκμαγείου από το ίδιο αποτύπωμα παρουσιάζει την ίδια ακρίβεια όπως το πρώτο. Η διαδικασία ανάμιξης είναι πάρα πολύ απλή.

Μειονεκτήματα

Έχουν το υψηλότερο κόστος από όλα τα ελαστικομερή αποτυπωτικά υλικά. Είναι υδρόφοβα υλικά και απαιτείται απόλυτα στεγνό περιβάλλον κατά τη διάρκεια της λήψης του αποτυπώματος.

Χρήσεις

Η ευκολία στη διαδικασία αποτύπωσης, οι εύχρηστες συσκευασίες που κυκλοφορούν σήμερα, η ακρίβεια στην αποτύπωση, η σταθερότητα των διαστάσεών τους, η ευκολία απολύμανσης και η δυνατότητα κατασκευής πολλαπλών εκμαγείων από το ίδιο αποτύπωμα έχουν κάνει τις σιλικόνες προσθήκης ένα από τα υλικά εκλογής για οδοντιάτρους και οδοντοτεχνίτες σε όλο τον κόσμο. Η χρήση τους δεν περιορίζεται στην ακίνητη προσθετική αλλά επεκτείνεται και στην κινητή.



Εικ. 3.15. Αποτύπωμα από σιλικόνη προσθήκης, με δισκάριο του εμπορίου.



Εικ. 3.16. Αποτύπωμα από σιλικόνη προσθήκης με τη χρήση ατομικού δισκαρίου

Η αποτύπωση μπορεί να γίνει με δισκάρια του εμπορίου (Εικ. 3.15) και τη χρήση στοκκώδους υλικού σαν βάση για το λεπτόρρευστο, ή με ατομικό δισκάριο χώρου και τη χρήση αποτυπωτικού υλικού χαμηλής, μέσης ή υψηλής ρευστότητας (Εικ. 3.16). Το υλικό προσκολλάται στο δισκάριο με τη χρήση ειδικής κολλώδους ουσίας και δε χρειάζεται η δημιουργία οπών διαφυγής (Εικ. 3.17).

Η απολύμανση του αποτυπώματος γίνεται σε διαλύματα μια και οι σιλικόνες προσθήκης δεν επηρεάζονται από την υγρασία. Η κατασκευή του εκμαγείου μπορεί να καθυστερήσει έως και μία εβδομάδα χωρίς να κινδυνεύει η ακρίβεια αναπαραγωγής των λεπτομερειών. Το εκμαγείο πρέπει να κατασκευάζεται αφού έχει παρέλθει τουλάχιστον μία ώρα από την λήψη του αποτυπώματος.



Εικ. 3.17. Επάλειψη ατομικού δισκαρίου με ειδική κολλώδη ουσία για αποτύπωμα με σιλικόνη προσθήκης.

ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ

Τα αποτυπωτικά υλικά που χρησιμοποιούνται στην οδοντιατρική σήμερα είναι τα ακόλουθα:

Θερμοπλαστικό

Χρησιμοποιείται κυρίως στην κινητή προσθετική για αρχικά αποτυπώματα ολικών οδοντοστοιχιών και για τη διαμόρφωση των ορίων του ατομικού δισκαρίου (τμηματική θέρμανση) των τελικών αποτυπωμάτων. Σήμερα στις πιο πολλές εφαρμογές έχει αντικατασταθεί από άλλα υλικά.

Φύραμα Οξειδίου του ψευδαργύρου και Ευγενόλης (ZnOE)

Κυρίως χρησιμοποιείται για την κατασκευή τελικών αποτυπωμάτων ολικών οδοντοστοιχιών με τη βοήθεια ατομικών δισκαρίων. Σήμερα έχει σε μεγάλο βαθμό αντικατασταθεί από τα ελαστικομερή αποτυπωτικά υλικά.

Άγαρ-άγαρ

Ονομάζεται και αντιστρεπτό υδροκολλοειδές. Η χρήση του είναι περιορισμένη και χρησιμοποιείται για αποτυπώματα ακίνητης προσθετικής.

Χρησιμοποιείται και στην οδοντοτεχνική ως υλικό ανατύπωσης των εκμαγείων κατασκευής σκελετών των μερικών οδοντοστοιχιών. Σήμερα έχει αρχίσει προοδευτικά να περιορίζεται η χρήση του και να αντικαθίσταται από τις σιλικόνες.

Αλγινικό

Είναι υδροκολλοειδές, μη αντιστρεπτό. Συγκρινόμενο με το άγαρ-άγαρ πλεονεκτεί διότι δεν χρειάζεται ειδικά δισκάρια και εξοπλισμό. Το αλγινικό χρησιμοποιείται για την κατασκευή αρχικών διαγνωστικών αποτυπωμάτων και τελικών αποτυπωμάτων μερικών οδοντοστοιχιών.

ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ
(συνέχεια)***Πολυσουλφίδια ή ελαστικομερή της μερκαπτάνης***

Οι μερκαπτάνες σήμερα έχουν περιορισμένη χρήση στην ακίνητη προσθετική. Πιο πολύ χρησιμοποιούνται στην κινητή προσθετική για αποτυπώματα ολικών ή μερικών οδοντοστοιχιών.

Σιλικόνες συμπύκνωσης (Condensation silicones).

Τα μειονεκτήματα των σιλικονών συμπύκνωσης έχουν περιορίσει σημαντικά την χρήση τους.

Πολυαιθέρες (Polyethers)

Οι πολυαιθέρες χρησιμοποιούνται για αποτύπωση στην ακίνητη αλλά και στην κινητή προσθετική. Είναι υλικά με εξαιρετικές ιδιότητες και χρησιμοποιούνται ευρέως από τους οδοντιάτρους. Ο μικρός χρόνος εργασίας που διαθέτουν και η δυσκαμψία που παρουσιάζουν μετά την πήξη τους αποτελούν μειονεκτήματα για τον οδοντίατρο και τον οδοντοτεχνίτη.

Σιλικόνες προσθήκης ή πολύ-βινύλ σιλοξάνες (Addition silicones, poly-vinyl siloxanes)

Ονομάζονται σιλικόνες προσθήκης λόγω του είδους του πολυμερισμού. Οι σιλικόνες προσθήκης μαζί με τους πολυαιθέρες αποτελούν τα καλύτερα αποτυπωτικά υλικά όσον αφορά την ακρίβεια αναπαραγωγής των λεπτομερειών, και αποτελούν σήμερα υλικό εκλογής για τους περισσότερους οδοντιάτρους.

Τα αποτυπώματα πρέπει πάντοτε να απολυμαίνονται

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Ποια είναι τα ελαστικά αποτυπωτικά υλικά;
2. Ποια τα μειονεκτήματα των αλγινικών;
3. Πόσο χρόνο μετά τη λήψη ενός αποτυπώματος αλγινικού πρέπει να κατασκευάζεται το εκμαγείο; Γιατί; (Αιτιολογείστε).
4. Ποια τα πλεονεκτήματα των σιλικονών προσθήκης έναντι άλλων ελαστικών αποτυπωτικών υλικών;
5. Ποια η χρήση του ZnOE;
6. Ποια η χρήση των σιλικονών προσθήκης σήμερα;
7. Περιγράψτε τον χειρισμό ενός αποτυπώματος από σιλικόνη προσθήκης, από την στιγμή που το παραλαμβάνει το εργαστήριο.
8. Σε ποια αποτυπωτικά υλικά είναι επιβεβλημένη η κατασκευή ατομικού δισκαρίου;
9. Ποια τα μειονεκτήματα των πολυαιθέρων σχετικά με τα άλλα ελαστικομερή αποτυπωτικά υλικά;
10. Ποια η χρήση του αλγινικού σήμερα;
11. Τι ονομάζεται ρίκνωση και τι σπάργωση;
12. Πόσο χρόνο μετά τη λήψη ενός αποτυπώματος πολυαιθέρα πρέπει να κατασκευάζεται το εκμαγείο; Γιατί; (Αιτιολογείστε).
13. Πόσο χρόνο μετά τη λήψη ενός αποτυπώματος από μερκαπτάνη, πρέπει να κατασκευάζεται το εκμαγείο; Γιατί; (Αιτιολογείστε).

■ 4.1 Εισαγωγή

Για να κατασκευάσει ο οδοντοτεχνίτης μία προσθετική εργασία χρειάζεται να έχει ένα ομοίωμα του στόματος του ασθενή. Αυτό το θετικό ομοίωμα ονομάζεται εκμαγείο. Τα εκμαγεία κατασκευάζονται από τα αποτυπώματα που δίνει ο οδοντίατρος στον οδοντοτεχνίτη. Τα εκμαγεία μπορούν να κατασκευαστούν από διάφορα υλικά, όπως γύψο, εποξική ρητίνη, μέταλλα κ.ά. Το πιο συνηθισμένο υλικό κατασκευής εκμαγείων είναι η γύψος. Η γύψος χρησιμοποιείται στην οδοντοτεχνία και για άλλες εργασίες όπως εγκλείστρωση οδοντοστοιχιών, ανάρτηση των εκμαγείων στον αρθρωτήρα κ.τ.λ.

■ 4.2 Παρασκευή της γύψου

Η οδοντιατρική γύψος μπορεί είτε να παραχθεί από την ορυκτή γύψο, είτε να κατασκευαστεί χημικά. Η γύψος είναι *διένυδρο θειικό ασβέστιο* ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$). Κατά την διαδικασία παρασκευής της θερμαίνεται, χάνει το $1\frac{1}{2}$ από τα δύο μόρια νερού που έχει και δημιουργείται το ημιένυδρο θειικό ασβέστιο ($\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$). Συχνά γράφεται και $(\text{CaSO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$. Η σκόνη της γύψου δεν είναι τίποτε άλλο από κρύσταλλοι ημιένυδρου θειικού ασβεστίου. Οι κρύσταλλοι αυτοί στην οδοντιατρική γύψο είναι δύο μορφών, *α- ημιένυδρου θειικού ασβεστίου* και *β- ημιένυδρου θειικού ασβεστίου*. Οι κρύσταλλοι του α- ημιένυδρου θειικού ασβεστίου είναι πιο συμπαγείς και κανονικοί από τους κρυστάλλους του β- ημιένυδρου θειικού ασβεστίου οι οποίοι είναι πιο πορώδεις και έχουν πιο ακανόνιστο σχήμα. Όταν η σκόνη της γύψου, δηλαδή το ημιένυδρο θειικό ασβέστιο, αναμιχθεί με νερό μετατρέπεται ξανά σε διένυδρο θειικό ασβέστιο.

■ 4.3 Είδη της γύψου

Η οδοντιατρική γύψος ταξινομείται σε 4 κατηγορίες:

- Αποτυπωτική γύψος
- Κοινή γύψος
- Σκληρή γύψος
- Υπέρσκληρη γύψος

4.3.1 Αποτυπωτική γύψος.

Χρησιμοποιείτο παλαιότερα από τους οδοντίατρους για την λήψη αποτυπωμάτων ακίνητης και κινητής προσθετικής. Η εξέλιξη των αποτυπωτικών υλικών έχει περιορίσει την χρήση της σε μεγάλο βαθμό. Σήμερα χρησιμοποιείται μόνο σε ειδικές περιπτώσεις για αποτυπώματα ολικών οδοντοστοιχιών.

4.3.2 Κοινή γύψος ή γύψος των Παρισίων

Αποτελείται από κρυστάλλους β - ημιένυδρου θειικού ασβεστίου. Οι κρύσταλλοι αυτοί έχουν ακανόνιστο σχήμα και είναι πορώδεις. Γι' αυτό το λόγο απαιτείται αρκετή ποσότητα νερού για την ανάμιξη της και όταν εξατμιστεί το πλεονάζον ύδωρ αφήνει πολλά κενά. Ως αποτέλεσμα η κοινή γύψος έχει μειωμένες μηχανικές ιδιότητες, μεγάλη διαστολή πήξης και περιορισμένη χρήση.

Για την κοινή γύψο αναμιγνύονται 37-50 ml νερό με 100 gr σκόνης. Για την αναλογία νερού σκόνης *πρέπει να ακολουθούνται οι οδηγίες του κατασκευαστή*. Χρησιμοποιείται σε λίγες περιπτώσεις, όπως για την ανάρτηση αρχικών εκμαγείων στον αρθρωτήρα.

4.3.3 Σκληρή γύψος

Αποτελείται κυρίως από κρυστάλλους α - ημιένυδρου θειικού ασβεστίου. Χρειάζεται λιγότερο νερό στην από την κοινή γύψο, και το πλεονάζον ύδωρ είναι λιγότερο. Ως αποτέλεσμα παρουσιάζει μεγαλύτερη πυκνότητα από την κοινή γύψο και πιο βελτιωμένες μηχανικές ιδιότητες. Για την σκληρή γύψο αναμιγνύονται 28-32 ml νερό με 100 gr σκόνης. *Οι ακριβείς αναλογίες δίνονται από τον κατασκευαστή*. Χρησιμοποιείται κυρίως στην κατασκευή εκμαγείων μελέτης (Εικ. 4.1), στην ανάρτηση των εκμαγείων εργασίας,



Εικ. 4.1. Εκμαγείο μελέτης από σκληρή γύψο



Εικ. 4.2. Τελικό εκμαγείο ολικής οδοντοστοιχίας από σκληρή γύψο

στην κατασκευή βάσεων για εκμαγεία κινητών κολοβωμάτων, στην κατασκευή τελικών εκμαγείων εργασίας για ολικές οδοντοστοιχίες (Εικ. 4.2), στην εγκλείστρωση των οδοντοστοιχιών κ.ά. Συχνά ονομάζεται και γύψος τύπου moldano.

4.3.4 Υπέρσκληρη γύψος

Αποτελείται από κρυστάλλους α- ημιένυδρου θειικού ασβεστίου. Οι κρύσταλλοι της υπέρσκληρης γύψου έχουν πιο κανονικό σχήμα και λιγότερο πορώδη επιφάνεια από τους κρυστάλλους της σκληρής γύψου. Γι'



Εικ. 4.3. Εκμαγείο εργασίας, με κινητά κολοβώματα, από υπέρσκληρη γύψο

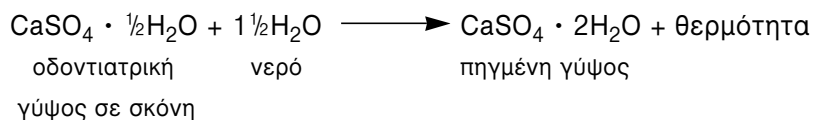


Εικ. 4.4. Τελικό εκμαγείο ολικής οδοντοστοιχίας από υπέρσκληρη γύψο

αυτό και χρειάζονται λιγότερο νερό για την ανάμιξή τους με αποτέλεσμα να δίνουν εκμαγεία πιο συμπαγή και με βελτιωμένες μηχανικές ιδιότητες. Για την υπέρσκληρη γύψο αναμιγνύονται 19-24 ml νερό με 100 gr σκόνης. Για την σωστή αναλογία *πρέπει να ακολουθούνται πιστά οι οδηγίες του κατασκευαστή*. Χρησιμοποιείται στην κατασκευή τελικών εκμαγείων εργασίας ακίνητης (Εικ. 4.3) και κινητής (Εικ. 4.4) προσθετικής και γενικά όπου απαιτείται μεγάλη πιστότητα και σκληρότητα. Συχνά ονομάζεται και γύψος τύπου vel-mix.

■ 4.4 Πήξη της γύψου

Όταν η σκόνη της γύψου, δηλαδή το ημιένυδρο θειικό ασβέστιο, αναμιχθεί με νερό λαμβάνει χώρα μία εξώθερμη χημική αντίδραση και η ημιένυδρη μορφή του θειικού ασβεστίου μετατρέπεται ξανά σε διένυδρο θειικό ασβέστιο. Η χημική αντίδραση είναι η ακόλουθη:



Η πήξη της γύψου είναι αποτέλεσμα της διαφοράς διαλυτότητας ανάμεσα στο ημιένυδρο θειικό ασβέστιο και στο διένυδρο θειικό ασβέστιο. Κατά την πήξη σχηματίζονται κρύσταλλοι γύψου οι οποίοι ενώνονται μεταξύ τους.

4.4.1 Πλεονάζον ύδωρ (excess water)

Η ποσότητα του νερού που χρησιμοποιούμε στην ανάμιξη της γύψου είναι στην πραγματικότητα περισσότερη από αυτή που χρειάζεται για την πραγματοποίηση της χημικής αντίδρασης. Η επιπλέον αυτή ποσότητα νερού ονομάζεται πλεονάζον ύδωρ (excess water).

Το πλεονάζον ύδωρ δεν αντιδρά με τους κρυστάλλους του ημιένυδρου θειικού ασβεστίου και δεν συμμετέχει στην χημική αντίδραση. Χρησιμεύει στην πλήρη διαβροχή των κρυστάλλων του ημιένυδρου θειικού ασβεστίου ώστε να διευκολύνεται η μετατροπή τους σε κρυστάλλους διένυδρου θειικού ασβεστίου. Μετά την ολοκλήρωση της πήξης προοδευτικά εξατμίζεται αφήνοντας κενά στη μάζα της γύψου.

Η ποσότητα του πλεονάζοντος ύδατος που χρειάζεται για την σωστή ανάμιξη της γύψου εξαρτάται από το σχήμα, το μέγεθος και τους πόρους που έχουν οι κρύσταλλοι του ημιένυδρου θειικού ασβεστίου. Κρύσταλλοι με πορώδη επιφάνεια και ακανόνιστο σχήμα απαιτούν περισσότερο νερό για την διαβροχή τους και την ανάμιξή τους από κρυστάλλους με λιγότερο πορώδη επιφάνεια και πιο κανονικό σχήμα. Άρα η κοινή γύψος χρειάζεται για την ανάμιξή της περισσότερο νερό από την σκληρή και η σκληρή περισσότερο από την υπέρσκληρη.

■ 4.5 Χρόνος εργασίας - Χρόνος πήξης

Η αντίδραση πήξης της γύψου αρχίζει τη στιγμή που η σκόνη αναμιγνύεται στο νερό. Αρχικά μόνον μία μικρή ποσότητα ημιένυδρου θειικού ασβεστίου μετατρέπεται σε γύψο. Η μάζα της γύψου τότε είναι ρευστή. Καθώς η αντίδραση προχωράει, όλο και πιο πολλοί κρύσταλλοι ημιένυδρου θειικού ασβεστίου αντιδρούν με το νερό για να σχηματίσουν κρυστάλλους διένυδρου θειικού ασβεστίου. Η ρευστότητα της μάζας της γύψου αρχίζει να μειώνεται γρήγορα μέχρις ότου η γύψος παύει να ρέει με ευκολία και δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί. Σε αυτό το σημείο το υλικό έχει φτάσει στο σημείο της αρχικής πήξης του, έχει ολοκληρωθεί ο χρόνος εργασίας του και πρέπει να παραμείνει απείραχτο.

Η ολοκλήρωση της αρχικής πήξης μπορεί να προσδιοριστεί εμπειρικά με την απώλεια της επιφανειακής γυαλάδας της γύψου. Όταν συμβεί η απώλεια της επιφανειακής γυαλάδας, πρέπει να σταματά κάθε χειρισμός της γύψου. Αυτό συμβαίνει 8-16 λεπτά μετά από την αρχή της ανάμιξης.

Η οριστική πήξη της γύψου έχει επέλθει όταν το εκμαγείο μπορεί να αφαιρεθεί από το αποτύπωμα χωρίς να παραμορφωθεί ή να σπάσει. Επειδή η αντίδραση πήξης της γύψου είναι εξώθερμη, μετά την πάροδο 15-20 λεπτών παρατηρείται μια άνοδος της θερμοκρασίας της γύψου. Όταν η θερμοκρασία αρχίσει να μειώνεται θεωρούμε ότι έχει πρακτικά ολοκληρωθεί η χημική αντίδραση. Παρόλο που η οριστική πήξη συχνά ολοκληρώνεται μέσα σε 20 - 30 λεπτά από την αρχή της ανάμιξης, συνηθίζεται να μην αφαιρείται το εκμαγείο από το αποτύπωμα πριν περάσουν 45 λεπτά έως μια ώρα.

■ 4.6 Παράγοντες που επηρεάζουν το χρόνο πήξης της γύψου

Η γνώση του χρόνου πήξης αλλά και των τρόπων που αυτός μπορεί να επηρεαστεί έχουν μεγάλη πρακτική σημασία για τον οδοντοτεχνίτη. Υπάρχουν αρκετοί παράγοντες που επηρεάζουν το χρόνο πήξης της γύψου.

Αναλογία σκόνης-νερού

Κάθε είδος γύψου χρειάζεται συγκεκριμένη αναλογία σκόνης-νερού. Η αναλογία αυτή δίνεται από τον κατασκευαστή, και *πρέπει να τηρείται πάντοτε πιστά*. Εάν μειωθεί η ποσότητα του νερού η γύψος πήζει πιο γρήγορα, ενώ εάν αυξηθεί πήζει πιο αργά. Αυτό ισχύει για όλα τα είδη της γύψου.

Ανάμιξη

Ο τρόπος ανάμιξης της γύψου επηρεάζει πολύ την ταχύτητα με την οποία πήζει. Όσο πιο γρήγορα και έντονα αναμιγνύεται η γύψος, τόσο πιο γρήγορα πήζει. Όσο περισσότερο χρόνο διαρκεί η ανάμιξη τόσο πιο γρήγορα πήζει η γύψος. Η ανάμιξη της γύψου σε συσκευή δημιουργίας κενού (vacuum) μειώνει το χρόνο πήξης.

Θερμοκρασία

Η θερμοκρασία του νερού που χρησιμοποιείται για τη μίξη της γύψου αλλά και η θερμοκρασία του περιβάλλοντος επηρεάζουν την ταχύτητα πήξης της γύψου. Η αύξηση της θερμοκρασίας μειώνει το χρόνο πήξης της γύψου. Εάν η θερμοκρασία του νερού ανέβει πάνω από τους 40°C παρατηρείται αύξηση του χρόνου πήξης ενώ τους 100°C η γύψος δεν πήζει.

Υγρασία

Η σκόνη της γύψου απορροφά εύκολα υγρασία από το περιβάλλον. Εάν η σκόνη της γύψου έχει απορροφήσει υγρασία, τότε οι κρύσταλλοι του ημιένυδρου θειικού ασβεστίου δύσκολα διαβρέχονται από το νερό για να μετατραπούν σε διένυδρο θειικό ασβέστιο (πηγμένη γύψος) και ο χρόνος πήξης αυξάνεται. Γι' αυτό πρέπει πάντα η σκόνη της γύψου να βρίσκεται σε δοχεία ερμητικά κλειστά.

Προσθήκη ουσιών

Η προσθήκη διαφόρων χημικών ουσιών μεταβάλλει την ταχύτητα της χημικής αντίδρασης πήξης της γύψου. *Επιταχυντές* ονομάζονται οι ουσίες που αυξάνουν την ταχύτητα της αντίδρασης με αποτέλεσμα τη μείωση

του χρόνου πήξης. *Επιβραδυντές* ονομάζονται οι ουσίες που μειώνουν την ταχύτητα της αντίδρασης πήξης με αποτέλεσμα την αύξηση του χρόνου πήξης.

Το θειικό κάλιο (K_2SO_4) είναι επιταχυντής της αντίδρασης. Η προσθήκη του σε οποιαδήποτε αναλογία στο νερό κάνει τη γύψο να πήζει πιο γρήγορα. Τα ξέσματα πηγμένης γύψου είναι διένυδρο θειικό ασβέστιο ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$). Η προσθήκη τέτοιων ξεσμάτων στο νερό πριν την ανάμιξη της γύψου επιταχύνει πάρα πολύ την αντίδραση και η γύψος πήζει πολύ γρήγορα. Τέτοια ξέσματα σε νερό παίρνουμε εάν συλλέξουμε το νερό που βγαίνει από το τρίμμερ όταν τροχίζουμε εκμαγεία (Εικ. 4.5). Κατάλοιπα πηγμένης γύψου μπορεί να βρεθούν και στο μπολ ανάμιξης ή στη σπάθη εάν αυτά δεν έχουν καθαριστεί επιμελώς μετά την χρήση τους.

Το αλάτι ($NaCl$ -χλωριούχο νάτριο) σε μικρές ποσότητες είναι επιταχυντής της αντίδρασης. Εάν όμως προστεθεί στο νερό πάνω από 2% αλάτι, τότε έχουμε το αντίθετο αποτέλεσμα και η γύψος χρειάζεται περισσότερο χρόνο για να πήξει.

Ο βόρακας είναι επιβραδυντής της αντίδρασης πήξης της γύψου. Η προσθήκη 2% βόρακα στη σκόνη της γύψου μπορεί να καθυστερήσει την πήξη για πολλές ώρες.



Εικ. 4.5. Συλλογή ξεσμάτων γύψου από το τρίμμερ

Διάφορα κολλοειδή διαλύματα όπως το αίμα, το σάλιο, το άγαρ ή το αλγινικό, καθυστερούν την πήξη της γύψου. Για να αποφύγουμε αυτά τα προβλήματα πρέπει να προσέχουμε ώστε τα αποτυπώματα να ξεπλένονται καλά με κρύο νερό και να απομακρύνονται από την επιφάνειά τους όλα τα υπολείμματα αίματος, σάλιου και ξένων ουσιών.

■ 4.7 Διαστολή πήξης

Έχει παρατηρηθεί ότι όλα τα είδη της γύψου παρουσιάζουν μία μετρήσιμη γραμμική διαστολή κατά την πήξη τους. Η διαστολή είναι αποτέλεσμα της αύξησης των κρυστάλλων του διένυδρου θειικού ασβεστίου. Το ποσοστό της διαστολής διαφέρει ανάμεσα στους διαφόρους τύπους της γύψου. Κατά κανόνα η κοινή γύψος διαστέλλεται πιο πολύ από την σκληρή και η σκληρή διαστέλλεται πιο πολύ από την υπέρσκληρη. Υπάρχουν τύποι γύψου για ειδική χρήση με διαστολή που ποικίλει. Για παράδειγμα υπάρχει υπέρσκληρη γύψος με διαστολή πολύ μεγαλύτερη από τις σκληρές γύψους, ενώ υπάρχει και υπέρσκληρη γύψος που δεν εμφανίζει καθόλου διαστολή πήξης.

Εάν η γύψος αφεθεί να πήξει εμβαπτισμένη σε νερό, η διαστολή πήξης της αυξάνεται. Η διαστολή αυτή ονομάζεται *υγροσκοπική διαστολή* και είναι σχεδόν διπλάσια της κανονικής. Εμφανίζεται σε όλα τα είδη της γύψου και είναι ανάλογη με τη διαστολή πήξης στον αέρα. Η υγροσκοπική διαστολή έχει εφαρμογή στα απλά πυροχρώματα που είναι φτιαγμένα από γύψο.

■ 4.8 Παράγοντες που επηρεάζουν τη διαστολή της γύψου

Η διαστολή πήξης της γύψου εξαρτάται από το μέγεθος των κρυστάλλων του ημιένυδρου θειικού ασβεστίου και επηρεάζεται από μία σειρά παράγοντες όπως οι συνθήκες παρασκευής της και η προσθήκη χημικών ουσιών.

Αναλογία νερού-σκόνης

Εάν μειωθεί η ποσότητα του νερού παρατηρείται αύξηση της διαστολής πήξης της γύψου. Πρέπει πάντα να τηρούνται οι αναλογίες που προτείνει ο κατασκευαστής.

Ανάμιξη της γύψου

Η αύξηση της ταχύτητας και του χρόνου ανάμιξης της γύψου αυξάνει την διαστολή πήξης. Η ανάμιξη της γύψου σε συσκευή δημιουργίας κενού (vacuum) μειώνει την διαστολή πήξης.

Προσθήκη ξένων ουσιών

Η προσθήκη χλωριούχου νατρίου (αλάτι- NaCl) ή σκληρυμένου διένυδρου θειικού ασβεστίου (ξέσματα γύψου), αυξάνει την διαστολή πήξης της γύψου. Η προσθήκη θειικού καλίου (K_2SO_4) ελλατώνει την διαστολή πήξης.

Είδος αποτυπωτικού υλικού

Το είδος του αποτυπωτικού υλικού επηρεάζει την διαστολή πήξης της γύψου. Το άγαρ - άγαρ και το αλγινικό προκαλούν αύξηση της διαστολής πήξης της γύψου. Μικρότερη διαστολή προκαλεί ο πολυαιθέρας και καθόλου η σιλικόνη.

■ 4.9 Μηχανικές ιδιότητες

Οι μηχανικές ιδιότητες που έχουν σημασία στη γύψο είναι αντοχή στην θλίψη, η αντοχή στον εφελκυσμό και η σκληρότητα της επιφάνειας της πηγμένης γύψου.

4.9.1 Αντοχή στη θλίψη

Η αντοχή της πηγμένης γύψου έχει άμεση σχέση με το πόσο πυκνή και συμπαγής είναι η πηγμένη γύψος. Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως η περίσσεια του νερού (πλεονάζον ύδωρ) εξατμίζεται αφήνοντας κενά στη μάζα της γύψου. Όσο λιγότερα είναι αυτά τα κενά, τόσο αυξάνεται η πυκνότητα της γύψου, άρα και η αντοχή της.

Η αντοχή στην θλίψη μία ώρα μετά την πήξη της γύψου για την κοινή γύψο είναι 1600 – 1800 psi, για την σκληρή 3000 – 4500 psi και για την υπέρσκληρη 5000 – 6500 psi. Οι ελάχιστες επιτρεπόμενες τιμές αναγράφονται στον πίνακα 4.1

Πίνακας 4.1**Αντοχή στη θλίψη προϊόντων γύψου**

ΤΥΠΟΣ ΓΥΨΟΥ	ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΑΝΤΟΧΗ ΣΤΗ ΘΛΙΨΗ 1 ΩΡΑ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΟΛΟΚΛΗΡΩΣΗ ΤΗΣ ΠΗΞΗΣ lbs/in ² ή psi (MPa)
Κοινή γύψος	1300 (4)
Σκληρή γύψος	3000 (21)
Υπέρσκληρη γύψος	5000 (34)
<i>Οι τιμές είναι οι ελάχιστες επιτρεπόμενες με βάση την προδιαγραφή Νο. 25 της ANSI-ADA</i>	

Η μέγιστη αντοχή στην θλίψη επιτυγχάνεται όταν η γύψος στεγνώσει εντελώς. Ένα γύψινο εκμαγείο μπορεί να χρειαστεί και 7 ημέρες για να στεγνώσει τελείως. Η αντοχή στην θλίψη με την πάροδο του χρόνου αυξάνεται και μπορεί να διπλασιαστεί μετά από μία εβδομάδα.

4.9.2 Αντοχή στον εφελкусμό

Η αντοχή στον εφελкусμό έχει σημασία διότι κατά την αφαίρεση των εκμαγείων από τα αποτυπώματα αναπτύσσονται εφελкусτικές τάσεις. Με την πάροδο του χρόνου η αντοχή αυξάνεται και μετά από μία εβδομάδα έχει διπλασιαστεί. Η αντοχή της γύψου στον εφελкусμό είναι πολύ μικρότερη από την αντοχή της στην θλίψη. Και εδώ την μεγαλύτερη αντοχή παρουσιάζει η υπέρσκληρη γύψος ακολουθούμενη από την σκληρή και την κοινή.

4.9.3 Σκληρότητα της επιφάνειας και αντοχή στην αποτριβή

Η επιφανειακή σκληρότητα και η αντοχή στην αποτριβή της γύψου έχει άμεση σχέση με την αντοχή της στην θλίψη. Αύξηση της αντοχής σημαίνει αύξηση της επιφανειακής σκληρότητας και της αντοχής στην αποτριβή. Οι μέγιστες τιμές επιτυγχάνονται όταν τα εκμαγεία είναι εντελώς στεγνά. Η υπέρσκληρη γύψος έχει την μεγαλύτερη σκληρότητα και αντοχή στην αποτριβή ακολουθούμενη από την σκληρή και την κοινή.

■ 4.10 Παράγοντες που επηρεάζουν τις μηχανικές ιδιότητες της γύψου

Αναλογία νερού σκόνης

Η αντοχή της σκληρυμένης γύψου είναι ευθέως ανάλογη με την πυκνότητά της δηλαδή με τους πόρους που υπάρχουν στην μάζα της. Οι πόροι έχουν άμεση σχέση με την αναλογία νερού-σκόνης, η οποία εξαρτάται από το είδος των κρυστάλλων. Όσο μειώνεται η ποσότητα νερού τόσο αυξάνεται η αντοχή της γύψου.

Ο τρόπος ανάμιξης

Η ανάμιξη της γύψου σε μηχανικό αναδευτήρα κενού αυξάνει την αντοχή της διότι μειώνει τον αέρα που μπορεί να εγκλειστεί κατά την ανάμιξη στην μάζα της γύψου και να δημιουργήσει φυσαλίδες.

Αποθήκευση μετά την μίξη

Η αποθήκευση σε περιβάλλον με αυξημένη υγρασία μειώνει την αντοχή της γύψου.

Είδος αποτυπωτικού υλικού

Το άγαρ – άγαρ και το αλγινικό επιδροούν στις μηχανικές ιδιότητες της γύψου διότι απορροφούν νερό από την επιφάνειά της κατά την διάρκεια που πήζει μέσα στο αποτύπωμα. Περισσότερο επιδροούν στην επιφανειακή σκληρότητα και στην αντοχή στην αποτριβή.

■ 4.11 Ανάμιξη της γύψου

Η ανάμιξη της γύψου μπορεί να γίνει είτε με το χέρι (Εικ. 4.6) είτε με μηχανικό αναδευτήρα (Εικ. 4.7). Σε κάθε περίπτωση όμως, χρησιμοποιούνται εργαλεία (σπάθη, μπόλ, κ.τ.λ.) στεγνά και χωρίς κατάλοιπα από προηγούμενες αναμίξεις. Η σκόνη πρέπει πάντα να ζυγίζεται και να χρησιμοποιείται δοσίμετρο για τον υπολογισμό του όγκου του



Εικ. 4.6. Ανάμιξη της γύψου με το χέρι

νερού. Το νερό τοποθετείται *πάντοτε πρώτο* στο μπολ και κατόπιν ρίχνεται η σκόνη.

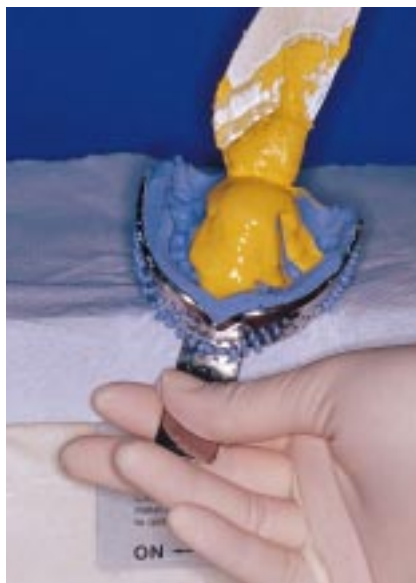
Οι μηχανικοί αναδευτήρες, συνήθως, διαθέτουν ενσωματωμένο δονητή και συσκευή κενού (Vacum). Οι μηχανικοί αναδευτήρες εξοικονομούν χρόνο και εξασφαλίζουν ένα ομοιογενές μίγμα γύψου το οποίο δίνει εκμαγεία με βελτιωμένες μηχανικές ιδιότητες.

■ 4.12 Κατασκευή εκμαγείων

Μετά την ανάμιξη της γύψου ακολουθεί η κατασκευή του εκμαγείου. Ρίχνεται με προσοχή, λίγη – λίγη, η γύψος στο αποτύπωμα, αρχίζοντας από τα οπισθογόμφια τρίγωνα ή από την υπερώα. Απαραίτητο είναι όταν ρίχνεται η γύψος να έχει τοποθετηθεί το αποτύπωμα πάνω σε ειδικό δονητή (Εικ. 4.8). Με αυτό τον τρόπο η γύψος ρέει μέσα στα εντυπώματα των δοντιών και μειώνεται η πιθανότητα για εγκλεισμό φυσαλίδων στο εκμαγείο. Το εκμαγείο αφαιρείται από το αποτύπωμα μετά την πάροδο περίπου μιας ώρας.



Εικ. 4.7. Συσκευή μηχανικής ανάμιξης σε κενό (Vacum)



Εικ. 4.8. Σταδιακή τοποθέτηση γύψου στο αποτύπωμα. Το αποτύπωμα έχει τοποθετηθεί πάνω σε ειδικό δονητή

ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ

Η οδοντιατρική γύψος ταξινομείται σε 4 κατηγορίες: Αποτυπωτική, κοινή, σκληρή και υπέρσκληρη γύψος. Για την αναλογία νερού – σκόνης και για την ανάμιξή τους ακολουθούνται πιστά οι οδηγίες του κατασκευαστή.

Η *σκληρή* χρησιμοποιείται κυρίως στην κατασκευή εκμαγείων μελέτης, στην ανάρτηση των εκμαγείων εργασίας, στην κατασκευή βάσεων για εκμαγεία κινητών κολοβωμάτων, στην κατασκευή τελικών εκμαγείων εργασίας για ολικές οδοντοστοιχίες, στην εγκλείστρωση των οδοντοστοιχιών κá. Συχνά ονομάζεται και γύψος τύπου molodano.

Η *υπέρσκληρη* χρησιμοποιείται στην κατασκευή τελικών εκμαγείων εργασίας ακίνητης και κινητής προσθετικής και γενικά όπου απαιτείται μεγάλη πιστότητα και σκληρότητα. Συχνά ονομάζεται και γύψος τύπου vel-mix.

Η πήξη της γύψου είναι μια εξώθερμη χημική αντίδραση. Η αντίδραση πήξης της γύψου αρχίζει τη στιγμή που η σκόνη αναμιγνύεται στο νερό. Η αρχική πήξη ολοκληρώνεται όταν η γύψος χάσει την επιφανειακή της γυαλάδα. Τότε πρέπει να σταματά κάθε χειρισμός της γύψου. Η πήξη ολοκληρώνεται όταν η θερμοκρασία του εκμαγείου αρχίζει να μειώνεται. *Το εκμαγείο αφαιρείται από το αποτύπωμα αφού περάσουν 45 - 60 λεπτά.*

Η ταχύτητα πήξης της γύψου εξαρτάται από την αναλογία σκόνης-νερού, τον τρόπο ανάμιξης, τη θερμοκρασία, την υγρασία και την προσθήκη ξένων ουσιών.

Όλα τα είδη της παρουσιάζουν μία διαστολή κατά την πήξη τους. Η διαστολή της γύψου εξαρτάται από το μέγεθος των κρυστάλλων του ημιένυδρου θεικού ασβεστίου και επηρεάζεται από την αναλογία νερού-σκόνης, τον τρόπο ανάμιξης, την προσθήκη ξένων ουσιών και τον τύπο του απωτυπωτικού υλικού.

Οι μηχανικές ιδιότητες που έχουν σημασία στη γύψο είναι η αντοχή στην θλίψη, η αντοχή στον εφελκυσμό και η σκληρότητα της

ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ

(συνέχεια)

επιφάνειας της πηγμένης γύψου. Οι ιδιότητες της σκληρυμένης γύψου εξαρτώνται από την πυκνότητά της, δηλαδή από τους πόρους που υπάρχουν στην μάζα της και επηρεάζονται από το είδος των κρυστάλλων, την αναλογία νερού-σκόνης, τον τρόπο ανάμιξης, την αποθήκευση μετά την μίξη και το είδος του αποτυπωτικού υλικού.

Η ανάμιξη της γύψου μπορεί να γίνει είτε με το χέρι, είτε με τα ηλεκτρικά μηχανήματα ανάμιξης, που διαθέτουν κενό αέρος (vacuum). Σε κάθε περίπτωση όμως, χρησιμοποιούνται εργαλεία (σπάθη, μπολ, κ.τ.λ.) στεγνά και καθαρά χωρίς κατάλοιπα από προηγούμενες αναμίξεις. Η σκόνη πρέπει πάντα να ζυγίζεται και να χρησιμοποιείται δοσίμετρο για τον υπολογισμό του όγκου του νερού. Το νερό τοποθετείται πάντοτε πρώτο στο μπολ και κατόπιν ρίχνεται η σκόνη. Η ανάμιξη με μηχανικό αναδευτήρα σε κενό αέρος υπερτερεί.

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Ποια τα είδη της οδοντιατρικής γύψου;
2. Ποια τα είδη των κρυστάλλων της οδοντιατρικής γύψου, ποια η διαφορά τους και ποια η σημασία τους;
3. Ποια η σημασία του πλεονάζοντος ύδατος;
4. Τι γνωρίζετε για τη σκληρή γύψο;
5. Τι γνωρίζετε για την υπέρσκληρη γύψο;
6. Πότε πρέπει να σταματά κάθε χειρισμός της γύψου και πότε αφαιρείται το εκμαγείο από το αποτύπωμα;
7. Ποιοι παράγοντες επηρεάζουν τον χρόνο πήξης της γύψου;
8. Ποιους επιταχυντές και ποιους επιβραδυντές της αντίδρασης πήξης της γύψου γνωρίζετε;
9. Τι ονομάζεται διαστολή πήξης και ποιο είδος γύψου διαστέλλεται λιγότερο;
10. Ποιοι παράγοντες επηρεάζουν την διαστολή πήξης της γύψου;
11. Από τι εξαρτάται η αντοχή της σκληρυμένης γύψου;
12. Ποιοι παράγοντες επηρεάζουν τις μηχανικές ιδιότητες της γύψου;
13. Με ποιους τρόπους γίνεται η ανάμιξη της γύψου. Ποιος είναι ο καλύτερος;

