

מבוא

בטכנאות שיניים ישנם סוגי חומרים שונים המשמשים ליצירת מודלים, החל מהגבסים השונים, ועד לחומרים פלסטיים, שעליהם נבנים הכתרים והגשרים.

להלן סקירה של שיטות לייצור מודלים, מהחומרים השונים.

מודל העבודה מהווה בסיס לשחזור מדוייק ומוצלח. חברות רבות ומובילות בתחום הדנטלי, השקיעו מחשבה ומאמצים רבים בפיתוח שיטות עבודה שונות, שיענו על דרישות הדיוק בפשטות העבודה, בזמן יצירת המודל, בנוחות העבודה ועלויות ייצור נמוכות.

ברצוני לסקור מספר שיטות לייצור מודלים אשר משתרעים על מגוון טכנולוגיות מיציקות גבס, שילוב יציקות גבס עם מודלים מפלסטיק מובנים מראש ועד להדפסת מודלים דיגיטליים.

בעבודה זו אתמקד בנושאים הבאים:

- גבס אשר מהווה את עיקר החומר שממנו מיוצרים רב המודלים
- תהליך הייצור המקובל
- סיבות העיוותים בייצור המודל
- השלכות של העיוותים
- הרצון למצוא פתרון
- סקירה של מספר שיטות עבודה
- טבלת השוואות בין השיטות

עבודה זו עוסקת בבחירת שיטת עבודה מועדפת תוך דגש על יתרונות וחסרונות של השיטות הקיימות כיום לבצוע מודלים.

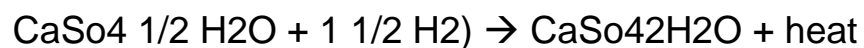
הגבס (1)

הגבס הוא מינרל טבעי המופיע בטבע כקלציום סולפאט דהידרט, בעל צבע לבן-צהוב.



הגבס הדנטלי הוא CaSO_4 hemihydrate $1/2 \text{H}_2\text{O}$ המופק מהמחצב על ידי הרתחה, במהלכה מאבד המינרל 75% מתכולת המים, הגבס הדנטלי בצורתו הפשוטה נקרא - plaster of paris.

בערבוב המיידראט עם מים יתקבל חזרה הדהידראט בתהליך שהוא סוג של ריאקציה אקסותרמית.



תוצרי הגבס הדנטלי (1)

תקן Ada מספר 25 מגדיר 4 תוצרי גבס עיקריים:

.plaster of paris -1 Type
.model plasters -2 Type

אלו הם קבוצות הבטא המיידראט.

.low to moderate strength dental stones – 3 Type
.high strength/low expansion dental stones – 4 Type
.high strength/high expansion dental stones – 5 Type

אלו הם קבוצת אלפא.

תוצרי הגבס השונים הם בעלי זהות כימית ושונות פיזיקלית הנובעת באופן יצירת ההמידראט. כל אחד מהקבוצות מוכן בצורה אחרת:

קב' אלפא (1)

את תוצרי קבוצת האלפא מייצרים בשתי צורות:

1,3 Type - על ידי חימום המינרל ל-125 מעלות תחת לחץ קיטור לקבלת תוצר הבנוי מגבישים סדורים. התוצר נקרא - hydrocal. זהו גבס קשה יותר, פחות

פורוזי שניתן לנצלו ליצירת מטבעי עבודה לשימוש אורתו', ומטבעים של ת"ש ותח"ל.

Type 4, 5- מקבלים על ידי הרתחת המינרל בתמיסת 30% כלוריד הסידן לאחריו נשטף הכלוריד בעזרת מים חמים- 100 מעלות, והחומר נטחן לגודל הנדרש.

מתקבל תוצר בעל גבישים אחידים וסדורים בצורת קובייה. תוצר הגלם נקרא densite והינו הגבס הקשה ביותר המנוצל לדגמי עבודה להכנת שחזורים פרוטטים.

יחס אבקה למים (1)

כאמור הכנת הגבס נעשית על ידי ערבוב אבקת הגבס הדנטלי במים הגורם לריאקציה אקסותרמית הנובעת מיצירת הגבישים. החום נפלט באופן לא אחיד והוא מורגש לאחר זמן מה. כאשר נוצרים גבישי דהידרט בכמות ניכרת, הגבישים הנוצרים נלכדים זה בזה ליצירת גוש גבס קשה.

יחס אבקה מים חשוב לקבלת תוצאות אופטימליות והוא מוגדר על ידי הוראות יצרן, סוג הגבס וצורת הגבישים וסידורם. ככל שגבישים סדורים יותר נחוצה כמות מים קטנה יותר:

למעשה כמות המים הנחוצה להקשיית 100 ג' המיהידראט לגבס קשה הינה 18.6 מל. עודף המים נדרש להרטבה ראשונית של חלקיקי האבקה להפעלת הריאקציה הכימית. לאחר גמר הריאקציה מתנדף עודף המים ומותר אחרי חללים המחלישים את הגבס.

להלן טבלה המציגה את יחס אבקה למים (1)

	ב		
	ו		
Model plaster			
Dental stone	30	18.6	11.4
High strength dental stone	24	18.6	5.4

התקשות (1)

מנגנון ההתקשות – מוסבר ע"י תאוריה קריסטלינית הטוענת שיש הבדלי מסיסות בין הדיהידרט (פחות מסיס) להמיהידרט. הבדלי המסיסות נובעים משני סוגים שונים של גרעיני התקשות ("מוקדי הנוקליאציה"). המוקד הנוצר סביב ההמיהידראט נקרא center of dissolution והמוקד הנוצר סביב הדיהידרט נקרא center of precipitation. ריכוז יוני הקלציום סולפאט גבוה יותר בראשון ולכן יש נדידת יונים דיפוזית מההמיהידראט לדיהידראט.

ההתקשות מוסברת על ידי תיאוריה קריסטלינית, יש הבדלי מסיסות בין המיהידרט ודיהידרט הנובעת ממוקדי נוקליאציה (התקשות) סביב כל חומר:

- המיהידרט הוא Center for Dissolution
 - דהידרט – Center for Precipitation – פחות מסיס
- מנגנון דיפוזיית יונים ממוקד התגבשות עם ריכוז יוני גבוה למוקד עם ריכוז נמוך. סביב ההמיהידרט יש ריכוז גבוה ואילו המוקד עם פחות יונים הוא סביב דיהידרט. כך יוצא שכיוון נדידת היונים (קלציום סולפאט) הוא מההמיהידרט לדיהידרט. זהו למעשה כיוון הריאקציה. עניין זה מסביר גם את פליטת החום + אנרגיה.

התפשטות (1)

תיאורטית היינו צריכים לקבל תוצר עם נפח קטן יותר בעקבות ההתכווצות כיוון שהדיהידרט קטן נפחית ב-7% מההמיהידרט. עם זאת, הגבס מתפשט תוך כדי פליטת חום, התפשטותו ליניארית ולא נפחית הנובעת מכך שלדיהידרט יש גבישים גדולים יותר וסידורם במבנה שריג נותן תוצר גדול יותר מהמוצר המקורי. ההסבר להתפשטות טמון בעובדה שלדיהידראט יש גבישים גדולים יותר, וככל שגדלים מקודי ההתגבשות קיימת הפרעה מרחבית בין המוקדים השונים (ולמרות שברמת הגביש יש ירידה בנפח).

ככל שהגביש סדיר יותר, כך תקטן התפשטותו.

ערכי ההתפשטות הם:

0.2-0.3% – Type II

0.08-0.1% – Type III

4 Type -0.07 -0.05%

לגודל ההתפשטות חשיבות גדולה בהעתקת הפרטים מהפה עד למעבדה, התפשטות או התכווצות מעוותים את הפרטים ויוצרים חוסר דיוק. לכן מידת הדיוק הנדרשת תקבע את סוג הגבס בו נשתמש.

ההתפשטות נעשית במהלך ה-Setting Time ולא בזמן ה-Working Time.

Working time - הינו פרק הזמן המתחיל במגע אבקה עם המים ועד היווצרות כמות משמעותית של גבישים במהלכו ניתן לערבב את הגבס ולצקת אותו למטבע 7-10 דקות.

Setting time - זמן התקשות- מוגדר כזמן הדרוש לריאקציה להשלים את עצמה החל מהרגע בו האבקה באה במגע עם המים ועד להתקשות הסופית של הגבס. 24 שעות.

השפעת אופן הערבוב (1)

ערבוב מהיר מזרז את ההתקשות עקב שיפור תנועת היונים ועליית הטמפר' בתמיסה. בנוסף מוקדי הנוקליאציה נשברים ונוצרים מחדש.

כימיקלים מוספים (1)

הוספת כימיקלים עי היצרן הינה הגורם העיקרי המשפיע על זמן ההיתקשות כימיקלים יכולים להיות משני סוגים:

• זרזים - Accelerators.

• מעכבים - Retarders.

המעכבים יקטינו את מסיסות ההמיהידראט והם חומרים אורגניים כגון ג'לטין או גומי , או מלחים דוגמת Borax הזרזים מגדילים את המסיסות והם מלחים אנ-אורגניים, בנוסף הם מקטינים את התפשטות הגבס בהקשייה.

קיימות ארבע תכונות מכאניות עיקריות (1)

1. חוזק למתיחה

גבס מדובר במתיחה חד פעמית אך קריטית. שליפת הגבס מכף המטבע. כאשר למוצר אין די חוזק מתיחה הוא יישבר בפעולה זו. מוצר "פריך" סובל יותר מכוחות מתיחה הפועלים עליו.

2. חוזק לדחיסה

הכוחות השכיחים הפועלים על גבס, כתבנית עבודה הם כוחות של דחיסה. חוזק עמידה בכוחות דחיסה קשור במידת הפורוזיות של הגבס. ככל שהגבס פורוזי יותר חוזקו קטן. עודף מים מחליש את הגבס, יוצר עודף פורוזיות ומחליש חוזק דחיסה. קיימים שני סוגי חוזק לדחיסה:

• חוזק יבש

• חוזק רטוב

החוזק היבש מתרחש לאחר הקשייה סופית וגדול פי 2 או יותר מהחוזק הרטוב.

3. קשיות פני השטח

לפרמטר זה קשר חזק עם חוזק הגבס והיא עקרונית לנושא השחיקה. במודלים של עבודה היצירה נכנסת ויוצאת מתבנית הגבס מספר רב של פעמים ועל הגבס לעמוד בשחיקה זו אחרת נאבד פרטים חשובים.

4. דיוק בפרטים - תכונה שהיא תולדה של היציבות הממדית.

תהליך היציקה המקובל

השיטה הרווחת ליציקת מודלים לביצוע כתרים וגשרים, היא שיטה באמצעות מכשיר "פינדקס".

שלבי העבודה

- יוצקים גבס תבניות Type 4 לתוך המטבע.
- לאחר התקשות, שולפים מתוך המטבע את הפרסה ומשחזים להכנה לקידוח הפינים.
- באמצעות מכשיר ה"פינדקס", קודחים חורים לפינים ומדביקים אותם בתוך החורים עם דבק מהיר.
- מורחים שכבת איזולציה בתחתית הפרסה.
- יוצקים גבס Type 3 או 4 לתוך תבנית לבסיסים מתחת לפרסה עם הפינים.
- לאחר ההתקשות, משחזים את המודל, ומנסרים בין התבניות.



מכשיר פינדקס (2)



מודלים בשיטת הפינדקס (2)



סיבות העיוותים ביציקת המודל

1. התפשטות הפרסה במהלך התקשות הגבס (3)

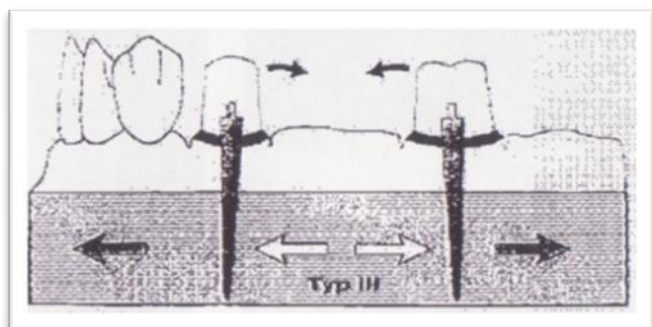
			<p>ההתפשטות הלא רצויה של הגבס בהכנת המודל</p>
<p>3. ע"י שילוב קשת השיניים המקורית והמורחבת, הסטייה ניתנת להבחנה בקלות.</p>	<p>2. קשת השיניים כתוצאה מהתפשטות הגבס</p>	<p>1. מיקום הפה המקורי והמדוייק של המתרפא</p>	

2. השחזות חוזרות ונשנות של המודל במשחזת עם מים, אשר גורמות
לספיחת מים מיותרת שגורמת לשינויים כימיים ופיזיקליים של הגבס.

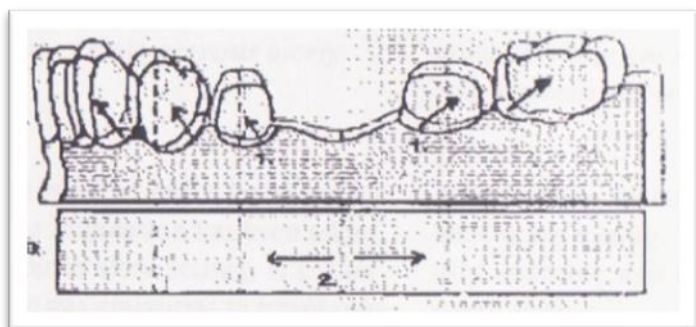
3. התפשטות של גבס הבסיס בנוסף להתפשטות של גבס הפרסה

4. יחס של מים – גבס לא על פי הוראות היצרן.

5. בחירה לא נכונה של סוג הגבס לסוג השחזור.



התפשטות הבסיס הנוסף להתפשטות הפרסה (4)



התפשטות הפרסה (4)

השלכות של העיוותים ביציקת מודלים

דיוק ההתאמה של שחזורים דנטליים תלוייה ברובה בדיוק של המודל. המודל הינו האיזור העיקרי שבו ההתפשטות הטבעית של הגבס מהווה את המקור הגדול ביותר של השגיאות. ההשפעות של התפשטות הגבס ניכרות בפה המתרפא כבעיות בהושבה של עבודת השחזור, כגון: איזורי מתח.

ההשפעות הן:

1. חוסר דיוק בהושבת הגשר מאלץ לחתוך את הגשר ולבצע הלחמות ושליחת העבודה למעבדה.
2. היפר-נקודות מגע נובע מהתפשטויות בגבס, יוצר בזבוז זמן וקושי בהתאמה אשר מצריך לעיתים קרובות את החזרת השחזור למעבדה לתיקונים.
3. הגבהה של השטח האוקלוזלי של השחזורים שנובע מהתפשטות הגבס אשר יוצר איזורי מתח, וישיבה בלתי פאסיבית של השחזור, מצריך התאמות בשטח האוקלוזלי ע"י הרופא והחזרת השחזור למעבדה לתיקונים.
4. נזקים כלכליים ובזבוז זמן של הפציאנט, רופא השיניים ושל מעבדת השיניים.

הרצון למציאת פתרון

הרצון למציאת פתרון שולח אותי לסקור את מגוון השיטות, ללמוד את היתרונות של השיטות כדי לייעל את התהליכים, לקצר את זמן העבודה, להימנע מתופעות הלוואי של התפשטות הגבס ולמנוע ככל האפשר את חוסר הדיוק ביציקת המודלים.

מודלים דיגיטליים בשיטות 3D

ישנה התפתחות בייצור מודלים עם תבניות נשלפים בשיטות דיגיטליות.

- השיטות הדיגיטליות מצריכות סורקים אינטרא-אורליים, אשר מייצרים סריקה דיגיטלית של פה המתרפא, או סורקי מטבעים שסורקים מתוך המטבע.

- את הסריקה מעצבים בתוכנה לעיצוב מודלים.
- את המודל המעוצב שולחים לייצור באחת משלושת המכונות שלהלן:

שיטת חריטה ממוחשבת באמצעות מחרטת CNC

חסרונות השיטה

- דיוק המודל כ- 60 מיקרון
- לא כל הפרטים נראים בשטח הפנים
- לא משלב דמיינים לשתלים
- המודל יקר מאוד
- מצריך סורק אינטרא אוראלי/מטבעים
- מצריך מכונת חריטה
- מצריך תוכנות
- מצריך אחזקה יקרה של מכונה ותוכנות
- זמן עבודה ממושך לביצוע מודל
- מתאים למרכזים ומעבדות גדולות



יתרונות השיטה

- עמידות לשחיקה
- בלתי שביר בנפילה
- כולל מבנה הריקמה הרכה
- דיצי'נג וירטואלי על גבי המחשב
- התפשטות לינארית 0
- המודל בעל מראה נאה



מחרטת CNC לחריטה אוניברסלית (5) מודל חרוט מחומר פוליאריטני (6) ל'סטיק.

- בלתי שביר בנפילה
- כולל מבנה הריקמה הרכה
- דיצי'נג וירטואלי על גבי המחשב
- התפשטות לינארית 0
- המודל בעל מראה נאה

יתרונות השיטה

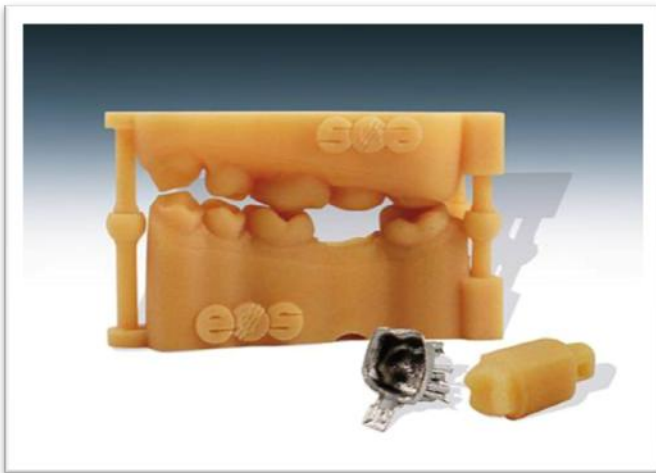
- עמידות לשחיקה

חסרונות השיטה

- דיוק המודל כ- 100 מיקרון
- לא כל הפרטים נראים בשטח הפנים
- לא משלב דמיינים לשתלים
- המודל יקר מאוד
- מצריך סורק אינטרא אוראלי / סורק מטבעים
- מצריך מכונת מדפסת לייזר
- מצריך תוכנות
- מצריך אחזקה יקרה של מכונה ותוכנות
- זמן עבודה ממושך לביצוע מודל
- חוסר כלכליות בביצוע מודל בודד
- מתאים למרכזים ומעבדות גדולות



מדפסת לייזר לייצור מודלים EOS (7)



מודל רבע פה EOS (7)

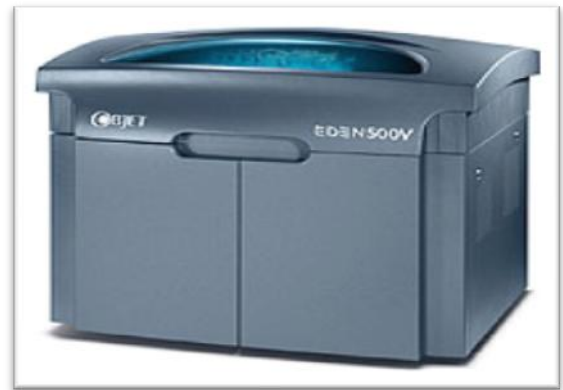
שיטת מדפסת תלת מימד (סטריאו ליטוגרפיה)

המדפסת מזריקה חומר פולימרי, ומדפיסה שכבה על גבי שכבה, המוקשית באור עד ליצירת המודל.

יתרונות השיטה

- דיוק המודל כ- 50 מיקרון
- לא כל הפרטים נראים בשטח הפנים
- לא משלב דמיינים לשתלים
- המודל יקר מאוד
- מצריך סורק אינטרא אוראלי / סורק מטבעים
- מצריך מכונה להזרקת פולימרים
- מצריך תוכנות
- מצריך אחזקה יקרה של מכונה ותוכנות
- זמן עבודה ממושך לביצוע מודל
- חוסר כלכליות בביצוע מודל בודד
- מתאים למרכזים ומעבדות גדולות

- עמידות לשחיקה
- בלתי שביר בנפילה
- כולל מבנה הריקמה הרכה
- דיצי'נג וירטואלי על גבי המחשב
- התפשטות לינארית 0
- המודל בעל מראה נאה



מדפסת OBJET לייצור מודלים (8)



מודל שלם OBJET (8)

פה OBJET (8)









שיטת Giroform של חברת AmannGirrbach (3)

שיטת ה-Giroform היא שיטה אשר משלבת בסיס פלסטיק מוכן מראש, ויציקת גבס בשלב אחד

שיטה זו גוברת בחוכמתה על התפשטות הגבס, והיא פשוטה, מהירה ומדוייקת. ה-Giroform מערים על התפשטות הגבס של מקטע הלסת, כך שהוא יוצר

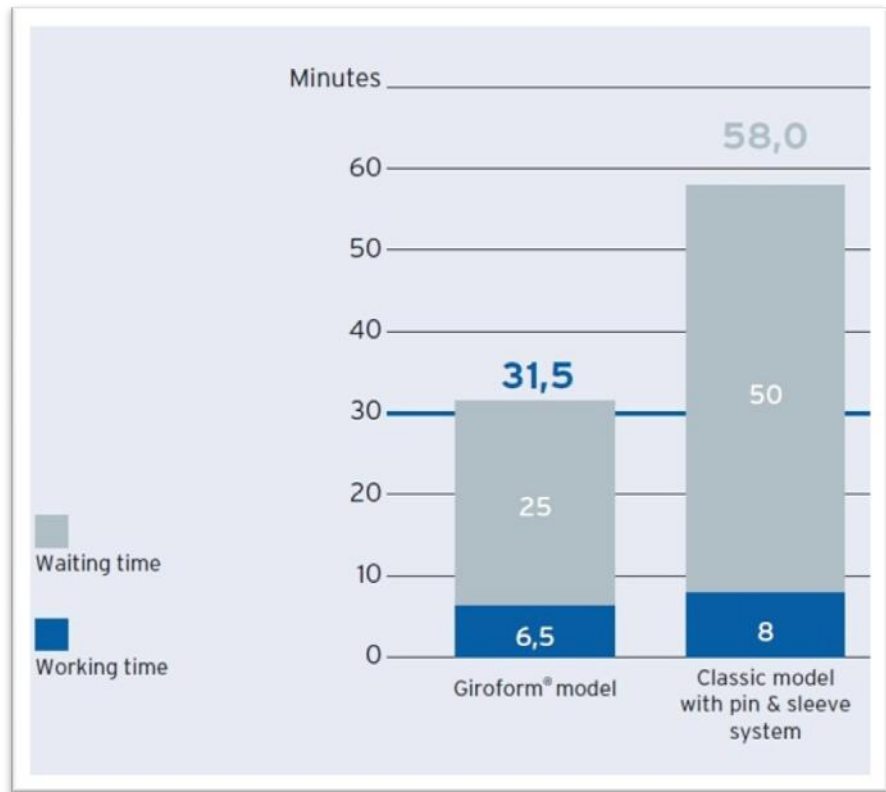
מודלציה אמיתית של פה המתרפא. המערכת חוסכת זמן וחומרים תוך כדי תהליך פשוט ומקסימום דיוק.

על ידי שימוש בלוחית בסיס מפלסטיק משיטת Giroform, משמעו שהמודל כבר חצי מוכן. הלוחית עמידה בפני התפשטות, חוסכת שלב בתהליך היצירה ומונעת התפשטות של הגבס. עוד טרם השימוש בגבס, החורים מוטבעים לתוך הלוחית, ובכך יוצרים רשמים מדויקים למיקום של המקטע האינדיודואלי. פני השטח השטוחים של לוחית הבסיס מאפשרים שליטה פשוטה על מיקום מקטע הלסת.

			ההתפשטות הלא רצויה של הגבס בהכנת המודל
3) ע"י שילוב קשת השיניים המקורית והמורחבת, הסטייה ניתנת להבחנה בקלות.	2) קשת השיניים כתוצאה מהתפשטות הגבס	1) מיקום הפה המקורי והמדויק של המתרפא	
			איך מערכת ה-Giroform פותרת את האתגר?
6) לאחר ניסור או יצירת הפרדות בקשת השיניים, הפינים שוב מתאימים לתוך החורים שנקדחו.	5) קשת גבס היציקה מוסרת מלוחית הבסיס לאחר כ-30 דקות – כלומר, לפני התחלת ההתפשטות של הגבס. זה מאפשר לקשת השיניים להתפשט בחופשיות. ובכל זאת, לאחר מכן היא איננה מתאימה לחורי המידע המקורי שנקדחו בלוחית הבסיס.	4) מיקום הפינים נבחר ע"י לקיחת המטבע האינדיודואלי בחשבון. ביצירת החורים נוצרת העתקה בטוחה ומקובעת המבטיחה הקבלה למצב המתרפא לתוך לוחית הבסיס.	מיגור ההתפשטות בעזרת ה-Giroform משמע לסלק מתחים מעבודות השחזור.
החיתוך למקטעים משמש כ"מפרק התפשטות" כדי להתאים את ההתפשטות, המוגבלת עכשיו למקטעים האינדיודואלים הבודדים, כך שאינה יוצרת עוות של קשת השיניים. המודל המקוטע אם כן, מציע בסיס לדיוק למען הושבה מדויקת של העבודה.		החורים מבטיחים שהמידע על המיקומים נשמר. לוחית הבסיס של ה-Giroform משמש מעין "כרטיס זיכרון"	

בגרף המוצג מטה ניתן להבחין בזמן הכנת המודל בשיטת ה-Giroform⁽³⁾

- זמן עבודה בין 6 ל 7 דקות.
- זמן המתנה 25 דקות.
- לאחר כ-30 דקות המודל מוכן לייצור שיחזורים.



הכנת הבסיסים והמטבעים (3)



פתיחה לאחר היציקה (3)



שליפת הפרסה (3)

ה- form

הפריטים הנל

Giroform
נלוה לשיטה
Giroform



מכשיר ה- Giroform (3)



סט אביזרים נלווה לשיטה (3)



מודלים בשיטת ה- Giroform (3)

דיון

בעבודה זו היצגתי מספר שיטות עבודה.

ברצוני למנות את היתרונות והחסרונות של השיטות הנ"ל:

תהליך היציקה המקובל

יתרונות השיטה

- נפוץ
- לא מצריך ציוד יקר מידי
- ניתן לבצע את רב סוגי השיחזור באותו המודל
- שטח הפנים של התבנית מדוייק

חסרונות השיטה

- לא מנטרל את התפשטות הגבס
- התפשטות ליניארית 0.170%
- יוצר עיוותים רבים בשיחזורים
- מצריך כוח אדם מיומן
- הגבס שביר ולא מספיק חזק

השיטות הדיגיטליות

- חריטה ממוחשבת מחומר פוליאריתן
- ריתוך בלייזר בתוך אבקת פלסטיק
- הדפסה בתלת מימד של חומרים פלסטיים

בשלושת השיטות הנ"ל מתקבלים מודלים פלסטיים אשר ניתן לאפיין אותם כמעט באותם היתרונות והחסרונות ולכן אציין אותם יחד:

יתרונות השיטה

- ניתן לתכנן במחשב

- מנטרל התפשטות ליניארית
- חזק ועמיד בפני שברים
- המודל בעל מראה נאה
- עמידות בפני שחיקה
- עמידות בפני שברים
- כולל את מבנה הריקמה הרכה
- ניתן לבצע דיצי'נג בתוכנת העיצוב

חסרונות השיטה

- אינו מדוייק כמו הגבס 100-20 מיקרון
- שטח הפנים הלא מדוייק, יוצר קושי בביצוע שיחזור אסטטי
- אינו משלב דמיינים של שתלים
- המודל יקר מאוד, לעומת הגבס
- מצריך סורקים אינטרא-אורליים, או סורקי מטבעים
- מצריך מכונות ותוכנות יקרות
- אחזקה יקרה של המערכת
- זמן עבודה ממושך לביצוע המודל
- אינו כדאי בביצוע מודל בודד
- מתאים למעבות גדולות או מרכזים גדולים

שיטת ה-Giroform

יתרונות השיטה

- לא מצריך ציוד יקר מידי
- מנטרל ל 0 התפשטות ליניארית
- זמן עבודה מהיר: 6-7 דקות
- מתמגנט לארטיקולטורים
- דיוק גבוה של פני השטח
- עלויות ייצור נמוכות – אחת השיטות החסכוניות
- ניתן לשלב את רוב סוגי השיחזורים באותו המודל
- מונע את רוב העיוותים
- מודל קל ויפה למראה
- לשיטה רכיבים, ואביזרים נלווים, משלימים לכל היישומים הנדרשים ממודל

חסרונות השיטה

- אינו עמיד בפני שברים
- עמידות נמוכה בפני שחיקה

טבלת השוואות בין השיטות

סיכום

מטרת העבודה הינה יצירת כלי עזר למעבדת השיניים, בבואה לבחור את סוג השיטה היעילה, המדוייקת והזולה ביצירת המודל.

הקו המנחה הוא לבצע מודל אשר מונע את העיוותים ביצירת השיחזור, לנטרל את ההתפשטויות השליליות של הגבס- אשר יוצרות אי דיוקים רבים, תוך ביצוע בעלויות ייצור נמוכות וזמן עבודה קצר.

את כל אלו מצאתי בשיטת ה-Giroform של חברת AmannGirrbach.

- זמן עבודה של כ- 6-7 דקות ליצירת המודל, זמן המתנה כ- 25 דקות, משמע לאחר כ- 30 דקות המודל מוכן להמשך ביצוע השחזור.
- התפשטותו הליניארית אפסית
- עלויות ייצור נמוכות ב- 50% מהשיטה המקובלת
- המודל בעל שטח פנים מעולה לייצור עבודות אסטטיות
- רמת דיוק של כ-6 מיקרון (רמת הדיוק הגבוהה ביותר כיום)
- לשיטה יכולת לשלב את כל סוגי השיחזורים על אותו המודל
- אין צורך בהשקעה של ציוד ואחזקה יקרים.

שיטה ה-Giroform עדיפה אל מול השיטה המקובלת אשר לוקה בחוסר דיוק ליניארי, הגורם לעיוותים רבים בשחזורים, וזמן עבודה כפול, ובהשוואה לשיטות הדיגיטליות, שעדיין רמות הדיוק שלהן אינן מספקות ומצריכות הוצאות כספיות גבוהות בסורקים, במכונות ובאחזקה. בנוסף השיטה אינה מאפשרת מודל עבודה עם כל פתרונות השיקום, כדוגמא דמיינים של שתלים בתוך המודל. יחד עם זאת, השיטות הדיגיטליות נמצאות בימים אלו בהתפתחות, ואני מקווה שבעתיד הן יוכלו לתת את רוב הפתרונות, למרות שמחירן גם בעתיד יהיה גבוה ולא כלכלי לייצור מודל בודד.

בבליוגרפיה

1. מתוך שיעור 16, ד"ר אייל ביז'ואי, גבס דנטלי
2. http://www.alibaba.com/promotion/promotion_dental-lab-pindex-system-promotion-list.html
3. <http://www.amangirrbach.com/us/product-method/model-management/giroform-system>
4. "Die Stone VS Epoxy Materials", Chris Mueller - Techniques
5. <http://www.maschinenmarkt.vogel.de/imgserver/bdb/288500/288526/3.jpg>
6. http://www.cadent.biz/itero/itero.php?section=Lab&page=iTero_Models
7. <http://www.eos.info/en/applications/medical/digitalization-of-the-dental-branch/dental-models.html>
8. <http://www.objet.com/Docs/DentistryMoves23DP.pdf>

תוכן עניינים

1.....	מבוא
2-6.....	הגבס
7.....	תהליך היציקה המקובל
8.....	סיבות העיוותים ביציקת המודל
9.....	השלכות של העיוותים ביציקת מודלים
9.....	הרצון למציאת פתרון
10.....	שיטת חריטה ממוחשבת באמצעות מחרטת CNC
10.....	שיטת סינטור בלייזר
11.....	שיטת מדפסת תלת מימד (סטריאו ליטוגרפיה)
12-15.....	שיטת Giroform של חברת AmannGirrbach
16-18.....	דיון
19.....	טבלת השוואות בין השיטות
20.....	סיכום
21.....	בבליוגרפיה