الخزف السني

Dental Ceramic

مدرس المقرر د .بسام النجار

الخزف السني

- البورسلاين : ليس إلا حالة خاصة من الخزف , يجمع بين الصلابة والشفافية واللون الأبيض.

- أصل الكلمة مشتق من الايطالية وهو (Porcellana) وتعني المقارنة بين المادة الخزفية والصدفية أو المحار والتي لهن صفات مشتركة وهي السطح الأملس والمنظر البراق.

تطور الخزف السني

- بداية صناعة الخزف كانت بنهاية العصر الحجري الحديث وانتشرت مع بداية العصر البرونزي.

- الصينيون كانوا أول من ادخل البورسلاين حوالي 650 م في عصر التانك مستخدمين الأفران التنينية (درجة حرارة حوالي 1300 درجة) وكانت التركيبة سرية للغاية ولن يكشف النقاب عنها إلا في القرن الثامن عشر وكانت تحتوي بشكل أساسي على الكاولين (Kaolin) .

- في القرن التاسع , البحارة العرب حملوا معهم البورسلاين الصيني من رحلاتهم الاستكشافية إلى منطقة الشرق الأوسط.

تطور الخزف السني

- بداية القرن الخامس عشر, الغرب عرف البورسلاين الصيني عن طريق بعض الهدايا المقدمة إلى الملوك وتعتبر حتى هذا الوقت من الكنوز الثمينة .

- بداية القرن السادس عشر حاول الأوربيون تقليد البورسلاين ولكن لم يتمكنوا من ذلك إلا في القرن الثامن عشر وذلك عام 1868 في مدينة (Saint-Yrieix en Limousin) حيث تم العثور على تمثال مصنوع من الكاولين .

تطور الخزف السني

- فكرة استخدام البورسلاين كمادة سنية تعود (Alexis Duchateau).
- عام 1774 , طبيب أسنان باريسي(Dubois de chemant) يصنع جهاز كامل من البورسلاين وبعد عامين يعرض هذا الاكتشاف في الأكاديمية الملكية للعلوم الطبية .
- عام 1808, طبيب أسنان ايطالي (G. Fonzi) يخترع أسنان من البورسلاين.
- عام 1837, طبيب انكليزي (C. Ash) يقدم نسخة محسنة من أسنان البورسلاين

تطور الخزف السني

- بداية الخزف السني المستخدم في مخابر الأسنان يعود إلى نهاية القرن التاسع عشر وتحديدا في عام 1887 من قبل (Land) الذي نال براءة اختراع ويعتبر احد مخترعي تاج الجاكيت .

- في عام 1920م بدأ تسويق هذه المادة من اجل صنع الأسنان .

- خلال 70 عام هناك تطور ضعيف بما يخص الخزف , بجانب الخزف لتيجان الجاكيت عالي الانصهار(1130درجة) ظهرت مادة الخزف متوسط الانصهار (960درجة) وتم خبزه بمعزل عن الهواء عكس ما كان سابقا حيث منح الخزف بنية متجانسة بشكل اكبر.

مراحل تطور الخزف السني

- الخزف ذو النواة المعدنية: (Procédé céramo-métallique)

- هذه التقنية ظهرت في بداية الستينات (1960) (Weinstein, Howard, Klein) حيث جمعت هذه التقنية بين قساوة وصلابة المعدن وجمالية الخزف.

- الخواص الميكانيكية سمحت بمجال أوسع للإستطبابات التجميلية والوظيفية (تعويضات مفردة, جسور. أمامية, خلفية).

مراحل تطور الخزف السني

- الخزف المقوى: (les céramiques renfocées)

- 1964, mac lean و hugues يطلق تاج الجاكيت (خزف تجميلي مع نواة من الالومين) (Vitadur® et NBK1000®) .

- 1980, شركة فيتا (Vita)تقترح الخزف المقوى والمدعوم بنواة من الالومين (Hi-ceram®).

- 1983, Sozio et Riley يقترح تقنية (Cerestore®) حيث ان نواة الالومين تكون اكثر مقاومة من ما طرحه ماك لين واستخدم تقنية الحقن (الشمع الضائع) من اجل الحصول على هذه النواة.

مراحل تطور الخزف السني

- 1983, o'brien يقترح النواة المصنوعة من المغنزيوم المقوى بالزجاج.

- 1985, يقترح Micheal Sadoun تقنية الانسيرام (In-ceram®) حيث استخدم ولاول مرة الالومين بتركيز 100% والذي له دور كبير في مقاومة الالتواء.

- نفس العالم يقترح تقنية الانسيرام ولكن بشكل Spinelle® (اوكسيد المغنزيوم مع بلورات الزجاج الشفافة) أو بشكل Zirconia®(الومين مقوى بالزيركون الأكثر مقاومة للضغوط الاطباقية).

مراحل تطور الخزف السني

- من اجل الحصول على خزف مقوى تم اضافة الالياف الى الخزف السني مثل Biofibral® et MirageII®.

- كل هذه التقنيات تشترك بنقطة واحدة وهي:

بناء الخزف التجميلي على نواة من الخزف المقوى

مراحل تطور الخزف السني

- الخزف المصبوب والمضغوط: (les céramiques coulées et pressées)
- التطور التقني لخواص المواد السنية سمح بالحصول على مقاومة أفضل للخزف التجميلي مع الاستغناء عن النواة الخزفية .
- Dicor® و Cera pearl® تقنية الشمع الضائع مع خزف تجميلي فقط.
- 1990, Ivoclar™ تقترح تقنية Empress® والتي تعتمد على الحقن للمواد الخزفية تحت الضغط وبدرجات حرارة عالية(تقنية الشمع الضائع).

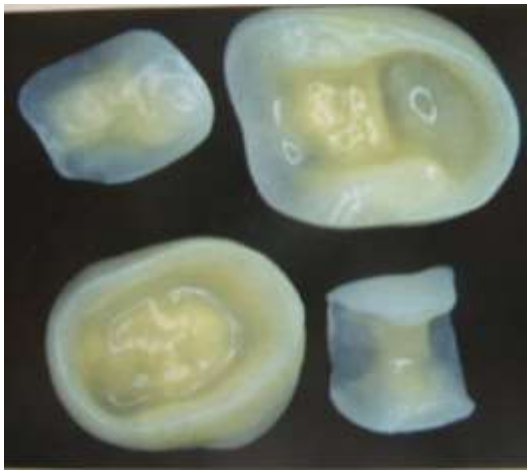
مراحل تطور الخزف السني

- نظام CAD/CAM أو نظام Le CFAO :
- تعتمد هذه التقنية على استخدام الحواسيب مع ماسحات ضوئية من اجل الحصول على التعويضات السنية الثابتة.
- في الستينات والسبعينات عرفت المحاولات الاولى لهذه التقنية .
-
- 1985, تم تطوير نظام Cerec® (زيوريخ) من قبل Moerman et Brandestini.
- 1985, تم تطوير نظام Procera® (السويد) من قبل Anderson

استخدامات الخزف السني

- الأسنان الصناعية للأجهزة المتحركة
- الحاصرات التقويمية
- التعويضات والترميمات الخزفية المعدنية (التيجان والجسور) حيث يبنى كطبقة خارجية فوق النواة المعدنية

- الترميمات والتعويضات الخزفية الخالية من المعدن حيث يوجد بعض الأنواع من الخزف يمكن أن يتم: بناء تيجان وجسور بشكل كلي منها دون وجود نواة معدنية
- الوجوه الخزفية والحشوات (Venners and Inlay or Onlay) وهي تصنع عادة من بعض الأنواع الخزفية السابقة التي تبنى دون نواة معدنية



الترميمات الجزئية

- الترميمات الجزئية والخزف (inlay; onlay)
- حشوة قعر من اسمنت الاينومير الزجاجي

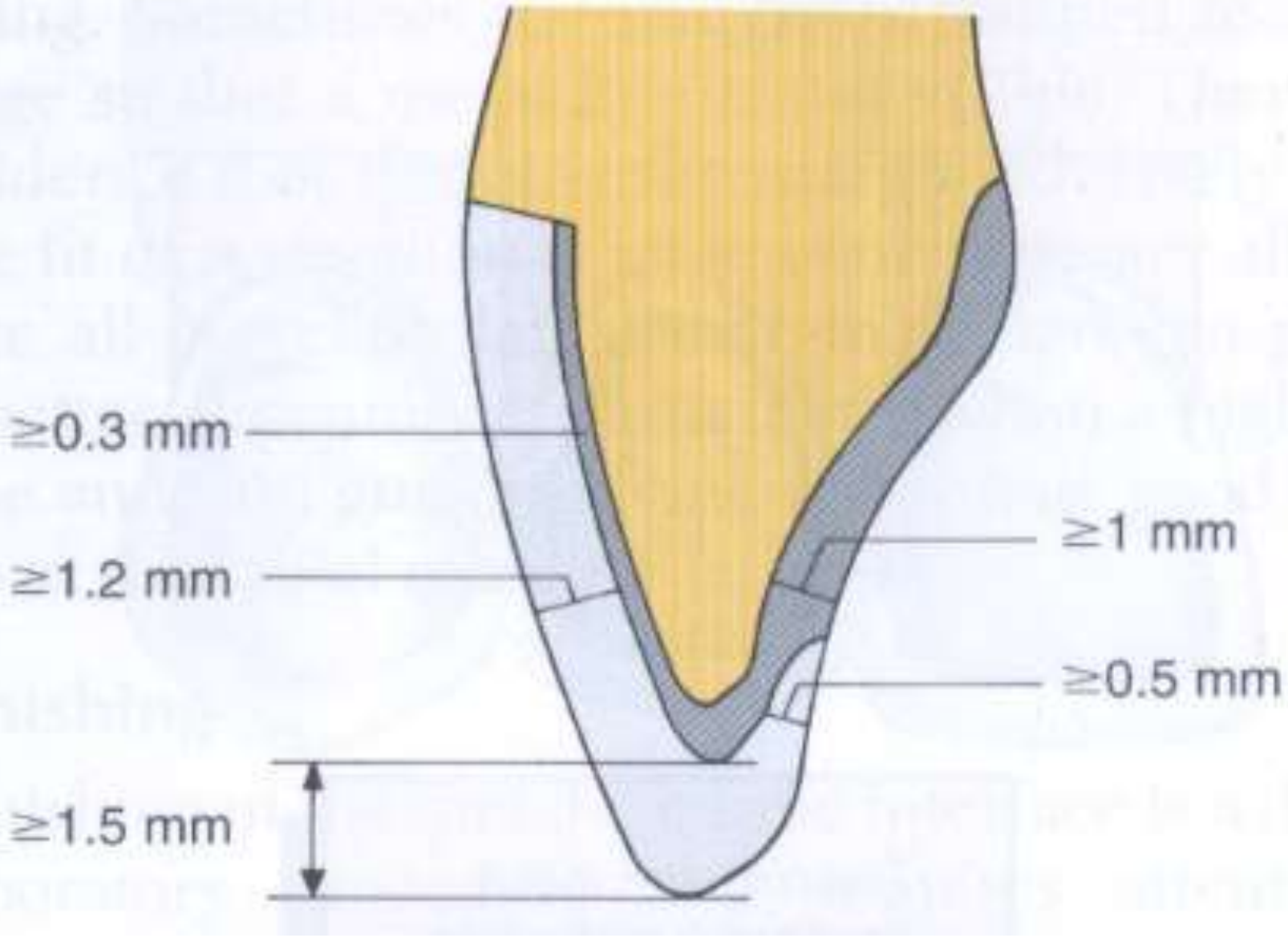
- إلصاق بواسطة الاسمنت اللصاق

الوجوه التجميلية الخزفية

- المستوى الدهليزي: تحضير بمقدار (3-5 / 10 ملم)
- المستوى العنقي: خط إنهاء شبه كتف(بمحاذاة اللثة)
- التثبيت: الإلصاق

تطبيق الخزف العاجي و التشذيب, ليتم في النهاية تطبيق الخزف المينائي

التعويضات الخالية من المعدن


≥0.3 mm
≥1.2 mm
≥1.5 mm
≥1 mm
≥0.5 mm

تصنيف الخزف السني حسب درجة حرارة انصهاره

- خزف عالي درجة الانصهار : تتراوح درجة انصهاره بين 1400- 1260 درجة مئوية وهو مخصص لصنع أسنان الأجهزة الصناعية .
- - خزف متوسط درجة الانصهار : تتراوح درجة انصهاره بين 1260-1080 درجة مئوية ويستخدم لبناء الخزف الكتفي في الترميمات الخزفية المعدنية.

- خزف منخفض درجة الانصهار : تتراوح درجة انصهاره بين 900-1080 درجة مئوية ويستخدم لصنع الترميمات الخزفية المعدنية .
- ـ الخزف فائق درجة الانصهار : وهو يضم في تركيبه مجموعاتٍ هيدروكسيليةٍ وكمياتٍ كبيرةٍ من أكسيد الصوديوم و تصل درجة انصهار هذه الأنواع إلى660 درجة مئوية ويستخدم لصنع الترميمات الخزفية المعدنية وخاصة عند استخدام معدن التيتانيوم.

Classification of ceramic According to Firing Temperature

High fusing	1300	For denture teeth	
Medium fusing	1101 to 1300	For denture teeth	
Low fusing	850 To 1100	For crown and bridge use	
Ultra low fusing	less than 850	Used with titanium	

المواصفات التي يجب أن يتمتع بها الخزف السني المبني فوق النواة المعدنية (المستخدم في صنع الترميمات والتعويضات الخزفية المعدنية)

- أن يؤمن مظهراً طبيعياً مماثلاً للأسنان المجاورة .
- أن ينصهر بدرجة حرارةٍ منخفضةٍ
- أن يتمتع بمعامل تمددٍ حراريٍ موافقٍ لمعامل تمدد المعدن
- أن يتمتع بثباتٍ واستقرارٍ في الوسط الفموي .
- أن لا يؤدي لسحل الأسنان المقابلة .

- **أن تكون الخواص الفيزيائية للخزف كمايلي**

مقاومة الشد 34 Mpa .
مقاومة الضغط Mpa172 .
مقاومة القص110 Mpa .
كما تتراوح مقاومة الالتواء (Flexural strength) بين65 - 446 وذلك حسب نوع الخزف ، وهو يعبر عن قدرة قضيب خزفي على مقاومة الكسر عند تطبيق قوة عليه .
معامل المرونة 69 Gpa، وكلما كان معامل المرونة مرتفعاً كلما زادت مقاومة الخزف للكسر.
معامل نوب للقساوة 460 Kg/mm².
معامل التمدد الحراري 12×10^{-6} °C .

يدعى الخزف المستخدم في صنع الترميمات الخزفية المعدنية بالخزف الفيلدسباتي التقليدي ويكون تركيبه كمايلي:

- **الفيلدسبار (بوتاسيوم وصوديوم الفيلدسبار)** هو عبارة عن سيليكات الالومين البوتاسي و هو المكون الأساسي للخزف السني 70 80 %.
- **مسيلات**
- **السيليكا (ثاني أوكسيد السيليكون Silicon dioxide) أو مايسمى بالصلصال** التي تتركب بشكلٍ أساسيٍ من سيليكات الألومينا يعطي الخزف ظلاليته يستخدم بنسبة 1- 10%
- **الكوارتز :** يدخل بنسبة 10 - 20 % يشكل طبقة بلورية تساعد في إعطاء الخزف خواص بصرية.
- **الكاؤلين كمادة رابطة**
- **أكاسيد معدنية** تلعب دوراً كمواد ملونة يعطي كل واحد منها لونا خاصا للخزف

تتضمن الأكاسيد المعدنية مايلي

- .Silica (SiO_2)
- Alumina (AL_2O_3)
- Soda (Na_2O)
- Potash (K_2O)
- Boric oxide (B_2O_3)
- Zinc oxide (Zn O)
- Zirconium oxide (ZrO_2)

اوكسيد الفضة لون برتقالي

اوكسيد الكروم لون اخضر

اوكسيد النيكل لون رمادي

- يساهم مزج فيلدسبار البوتاسيوم مع الأكاسيد المعدنية و خبزه بدرجة حرارةٍ مرتفعةٍ بتشكيل بلوراتٍ زجاجيةٍ من اللوسيت (بوتاسيوم- ألمنيوم – سيليكا) والتي تنساب في مرحلة خبز الخزف ، مما يسمح بالتحام جزيئات بودرة الخزف مع بعضها .

الترميمات الخزفية الخالية من المعدن

هي الترميمات التي تبنى بشكل كامل من مواد خزفية مدعومة بنواة لا تعتمد في تركيبها على المعدن، بحيث يختلف نوع وتركيب النواة الداعمة حسب نوع هذه الترميمات ، وتلعب هذه النواة دوراً داعماً للمادة الخزفية المبنية فوقها كالدور الذي تلعبه النواة المعدنية في الترميمات الخزفية المعدنية .

تصنيف الخزف حسب البنية المجهرية:

- الأنظمة المعتمدة في تركيبها على الزجاج(الخزف الفيلدسباتي التقليدي) كالخزف المستخدم في الترميمات الخزفية المعدنية.
- الأنظمة المعتمدة في تركيبها على الزجاج بالإضافة إلى موادٍ مالئةٍ على شكل بلوراتٍ كنظام Empress .
- الأنظمة المعتمدة في تركيبها على البلورات بالإضافة إلى موادٍ مالئةٍ زجاجيةٍ كنظام In-Ceram .
- الأنظمة المعتمدة في تركيبها على البنية الصلبة متعددة البلورات (بلورات ألومينا أو زيركونيا) كنظام Procera.

- **الأنظمة الخزفية الخالية من المعدن المعتمدة في تركيبها على الزجاج بالإضافة إلى موادٍ مالئةٍ على شكل بلوراتٍ.**

- الخزف الزجاجي الحاوي على نسبةٍ عاليةٍ من بلورات اللوسيت (حوالي 50 %) IPS Empress لشركة Ivoclar
- الخزف الزجاجي الحاوي على نسبةٍ عاليةٍ من بلورات الليثيوم-دي- سيليكات (SiO2 -Li2O). Ips Empress II
-

DENTAL TECHNICIANS

IPS Empress Esthetic

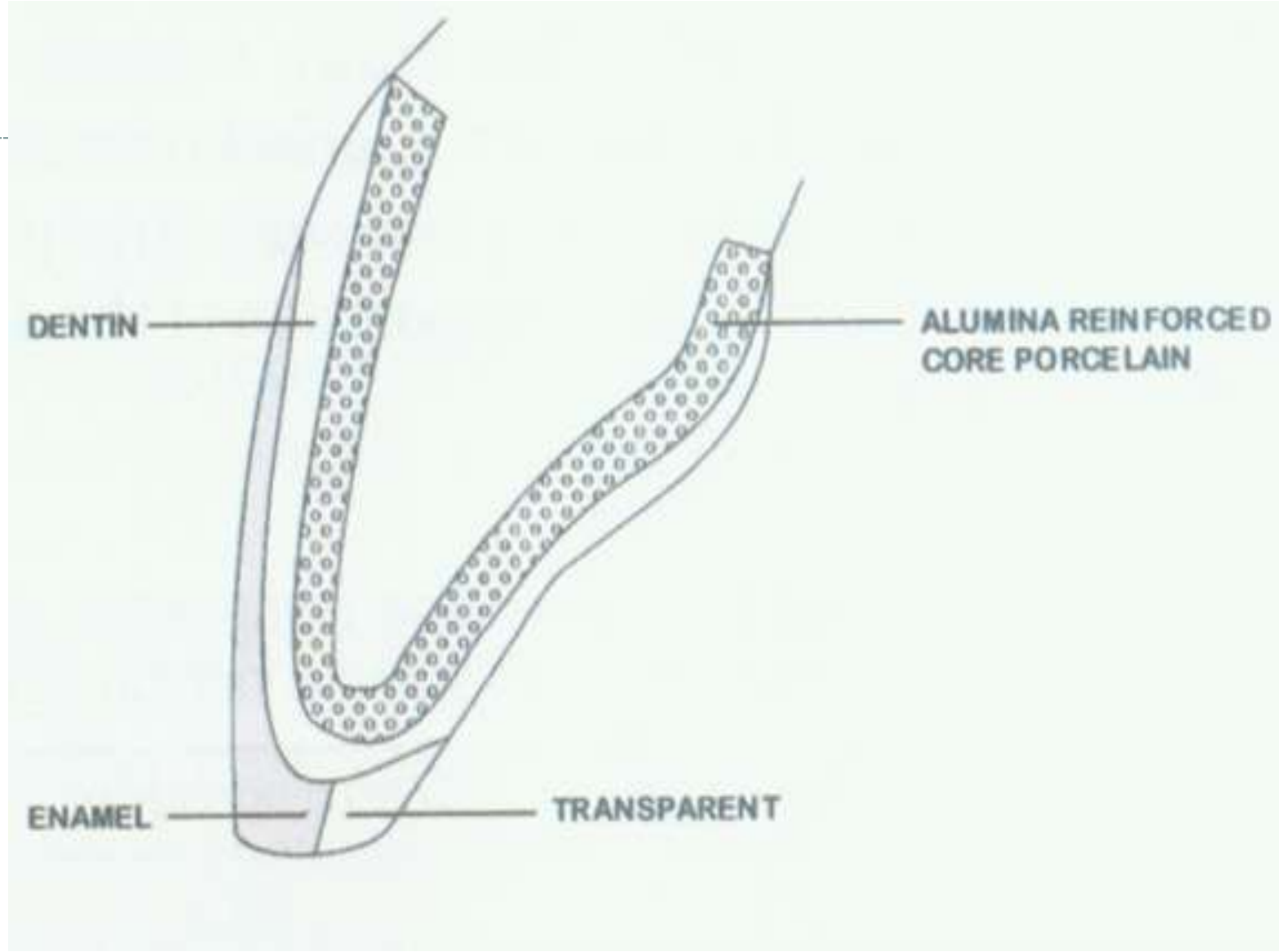
CAD/CAM USERS

IPS Empress CAD

5000
22
5µm
Emp 2 / ingot
20kV
IVOCL

- الأنظمة المعتمدة في تركيبها على البلورات بالإضافة إلى موادِ مالئةٍ زجاجيةٍ

- الجيل الأول In-ceram Allumina : (الألومينا المشرب بالزجاج
- الجيل الثاني : In-ceram Spinell
- الجيل الثالث : In-ceram Zirconia


DENTIN
ALUMINA REINFORCED
CORE PORCELAIN
ENAMEL
TRANSPARENT

الجيل الأول *In-ceram Allumina* : (نظام الألومينا المشرب بالزجاج)

يعتمد هذا الجيل على استخدام نواةٍ مركبةٍ من أوكسيد الألمنيوم مشبعةٍ بالزجاج المشرب بدرجات حرارةٍ عاليةٍ . يعتبر هذا النظام أول نظامٍ أُستخدم لصنع جسورٍ أماميةٍ من ثلاث وحداتٍ .

تتركب النواة من أوكسيد الألمنيوم Al_2O_3 بنسبة 70 % مشربةٍ بزجاج لانثانيوم-صوديوم(Sodium-Lanthanum)بنسبة 30 % .

لا ينصح باستخدام هذا النظام في تصنيع الجسور الخلفية.

•

الجيل الثاني : In-ceram Spinell

تم تطوير هذا الجيل نظراً للظلالية العالية التي يتمتع بها الجيل الأول . يمتاز هذا الجيل بأنه أكثر شفوفيةً ، حيث تعدُّ شفوفية النواة المصنعة من هذا الجيل مماثلةً تقريباً لشفوفية العاج السني وبالتالي يعتبر أكثر استطباباً في الناحية الأمامية
التركيب : تتركب النواة من الألومينا والمغنيزيا المشربة الزجاج ($MgAl_2O_4$) .

الجيل الثالث : In-ceram Zirconia

تتركب النواة من بلورات أوكسيد الألمنيوم وأوكسيد الزيركونيا مبعثرةً ضمن قالبٍ زجاجيٍ ، نسبة الألومينا والزيركونيا والقالب الزجاجي هي 20 -25- 55 % على التوالي .
طُور هذا الجيل للحصول على ترميماتٍ أمتن وذات مقاومةٍ عاليةٍ للكسر ليتم استخدامها كجسورٍ في المنطقة الخلفية .
لا يُنصح باستخدام هذه الترميمات في المنطقة الأمامية بسبب ضعف شفوفيتها.

▪الأنظمة المعتمدة في تركيبها على البنية الصلبة متعددة البلورات

تعتمد في تركيبها على ارتباط البلورات (ألومينا أو زيركونيا) مع بعضها دون وجود أي قالبٍ

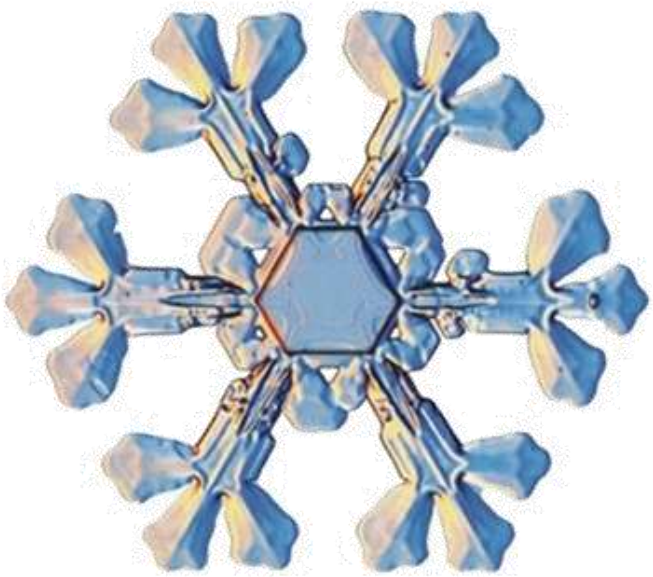
- نواة أوكسيد الألمنيوم المكثف
- نواة من أوكسيد الزيركون(الزيركونيا)

•نواة أوكسيد الزيركون(الزيركونيا)

يتركب هذا النظام بشكلٍ أساسيٍ من أوكسيد الزيركون (ZrO_2) ، كما يضاف له أوكسيد اليوتيريوم بنسبة 3 % وذلك للمحافظة على ثبات بنية أوكسيد الزيركون متعددة الوجوه بدرجة حرارة الغرفة ، لذلك تدعى هذه المادة بالزيركونيا المستقرة باليوتيريا (Y-TZP).

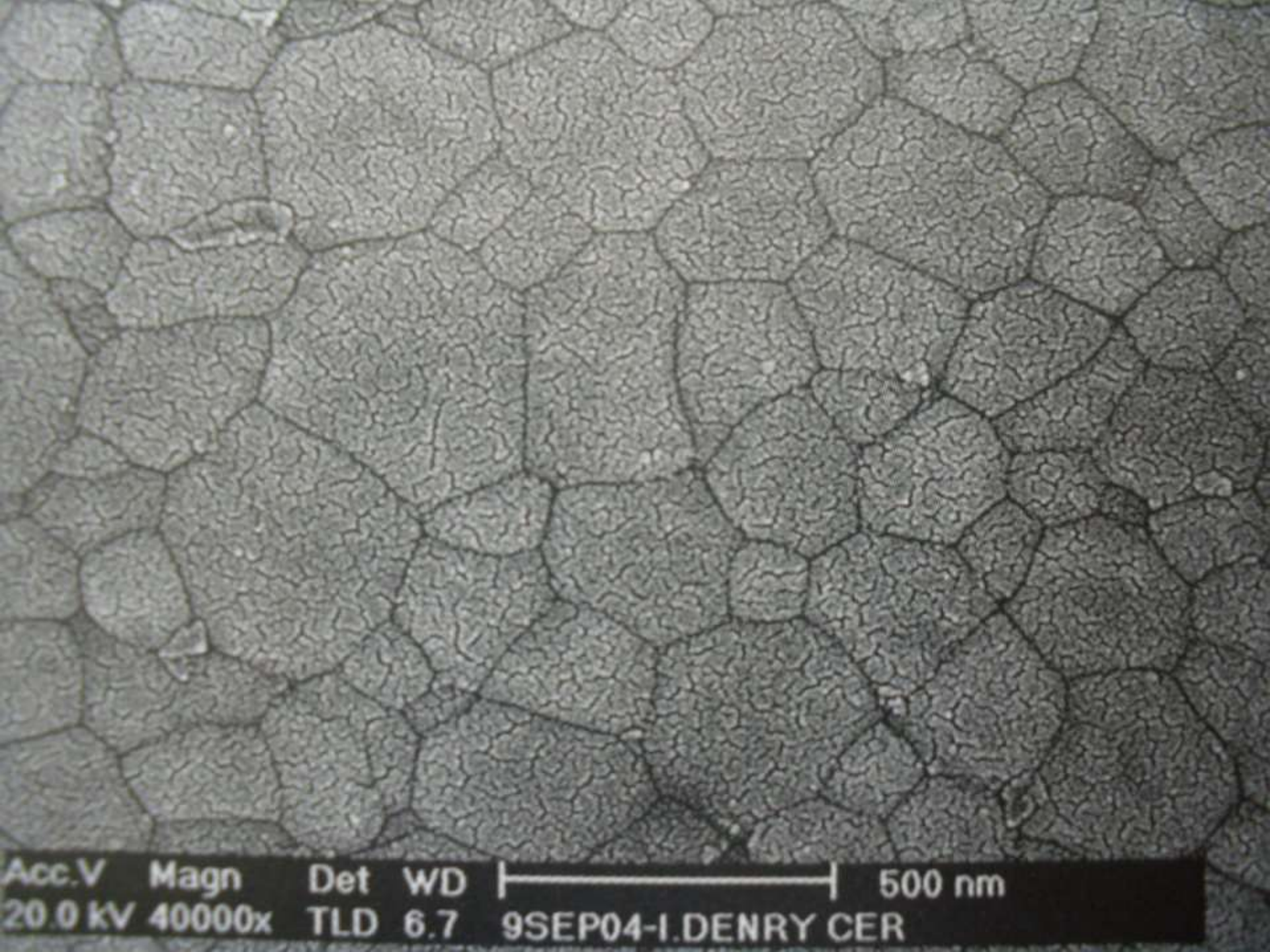
تعتمد المقاومة العالية للكسر في هذا النظام على الخواص الفيزيائية الجيدة للزيركونيا بالإضافة لخاصة التحول الذري .

الزركونيوم



Zircon

Snow


Acc.V Magn Det WD 500 nm
20.0 kV 40000x TLD 6.7 9SEP04-I.DENRY CER

يمكن أن تُستخدم هذه الأنظمة في صنع الأوتاد الجذرية ودعامات الزرعات السنية والحاصرات التقويمية ووصلات الإحكام والجسور الطويلة التي تشمل كامل الفك.

توجد أنظمة تجارية كثيرة كنظام Cercon لشركة Degudentأو نظام Lava لشركة 3M ونظام Cerec-InLap لشركة Sirona .

7 A paper point is used to dry the
al.

Fig 8 The post is inserted to the reference length to check for fit.

g 11 View of the inserted post before
ore build-up.

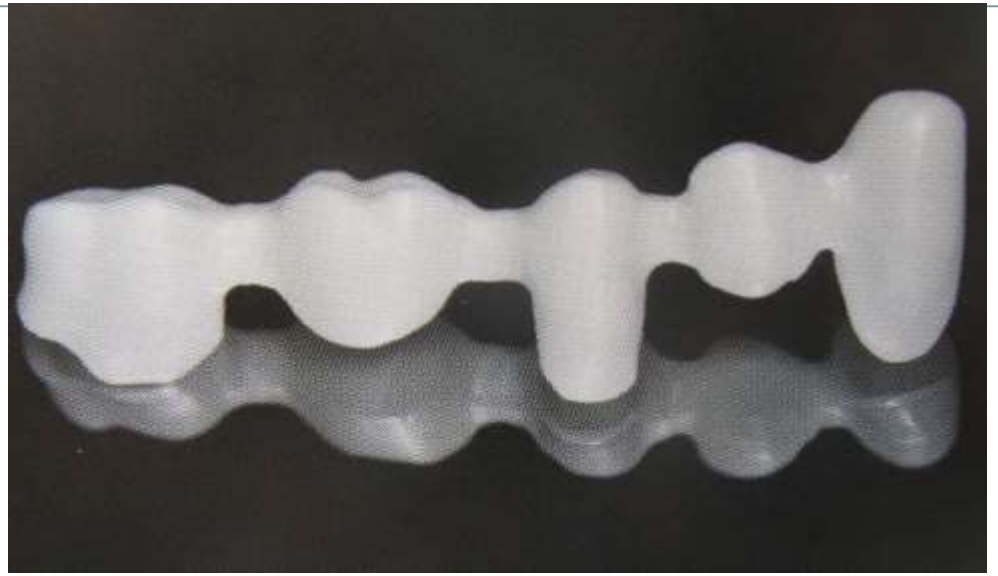
Fig 12 View of the finished composite

خزف (Empress) وطريقة الشمع الضائع

- : الوحدات الشمعية من اجل خزف الامبرس
- : خزف الامبرس (Brutes)
- : خزف الامبرس على المثال (Brutes)
- : الامبرس (بعد تطبيق الخزف التجميلي)
- : خزف الامبرس على المثال (بعد تطبيق الخزف التجميلي)
- : خزف الامبرس سريريا

خزف الاتسيرام IN-ceram

- خزف الانسيرام (الاساس الخزفي)
- الاساس الخزفي مع الخزف التجميلي
- منظر سريري



خزف الزيركون

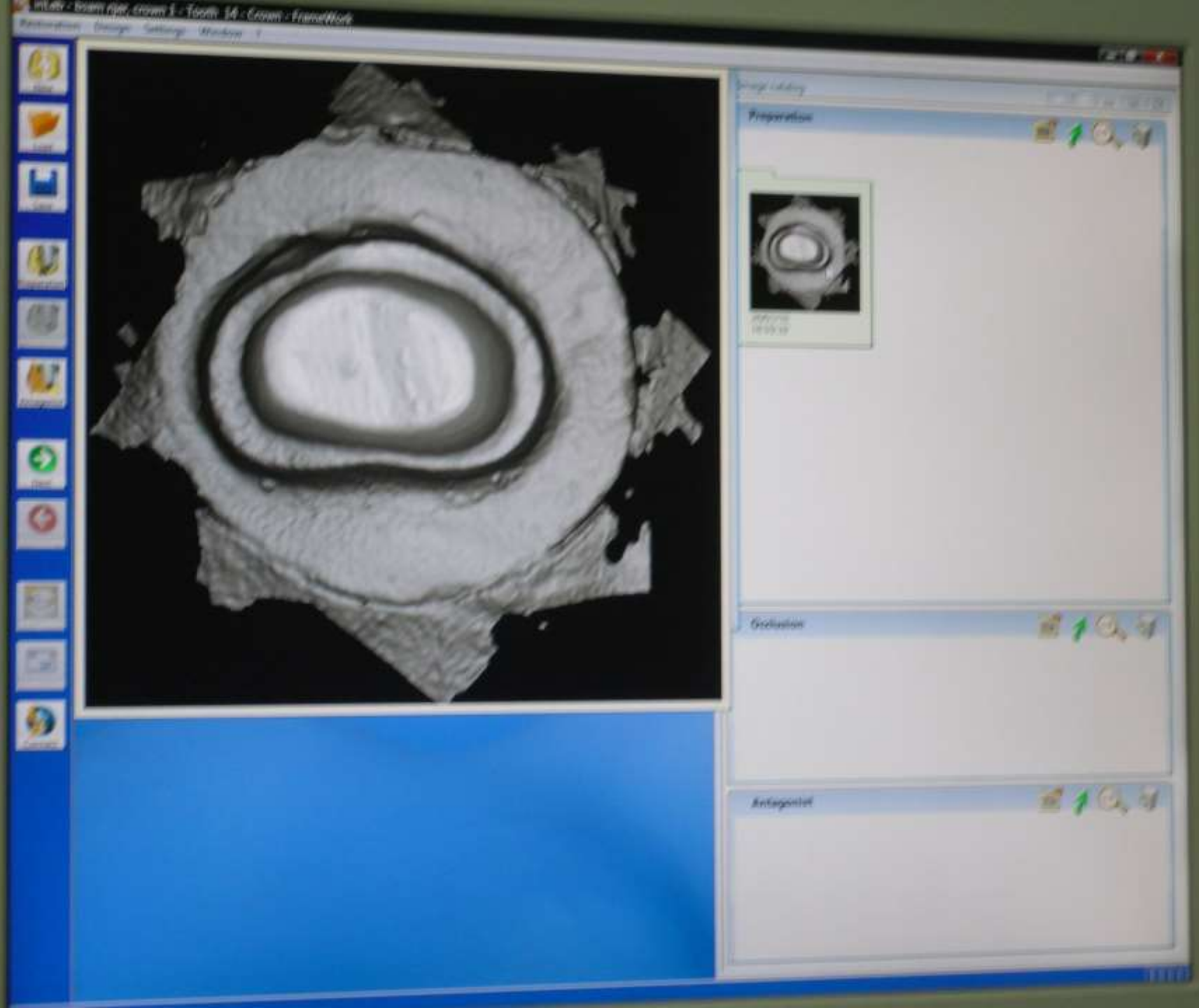
- **خزف الزيركون (الاساس الخزفي) على المثال**
- **الاساس الخزفي الزيركوني لجسر خلفي (خمس وحدات)**
- **الجسر بعد تطبيق الخزف التجميلي**

تصنيف الخزف حسب تقنية تصنيع الترميمات الخزفية

- تقنية الخزف الألومينى (نظام (Vitadur-HiCeram
- تقنية الخزف القابل للضغط
- الخزف الزجاجي القابل للصب
- تقنية Slip – Cast

- تقنية التصنيع أو النسخ الآلي(Copy-Milling technique
- تقنية التصميم بمساعدة الكمبيوتر/ التصنيع بمساعدة الكمبيوتر(CAD/CAM)
- التصنيع بمساعدة الكمبيوتر (CAM)

sirona
inEos


Preparation
Occlusion
Antagonist

Buccal
Distal

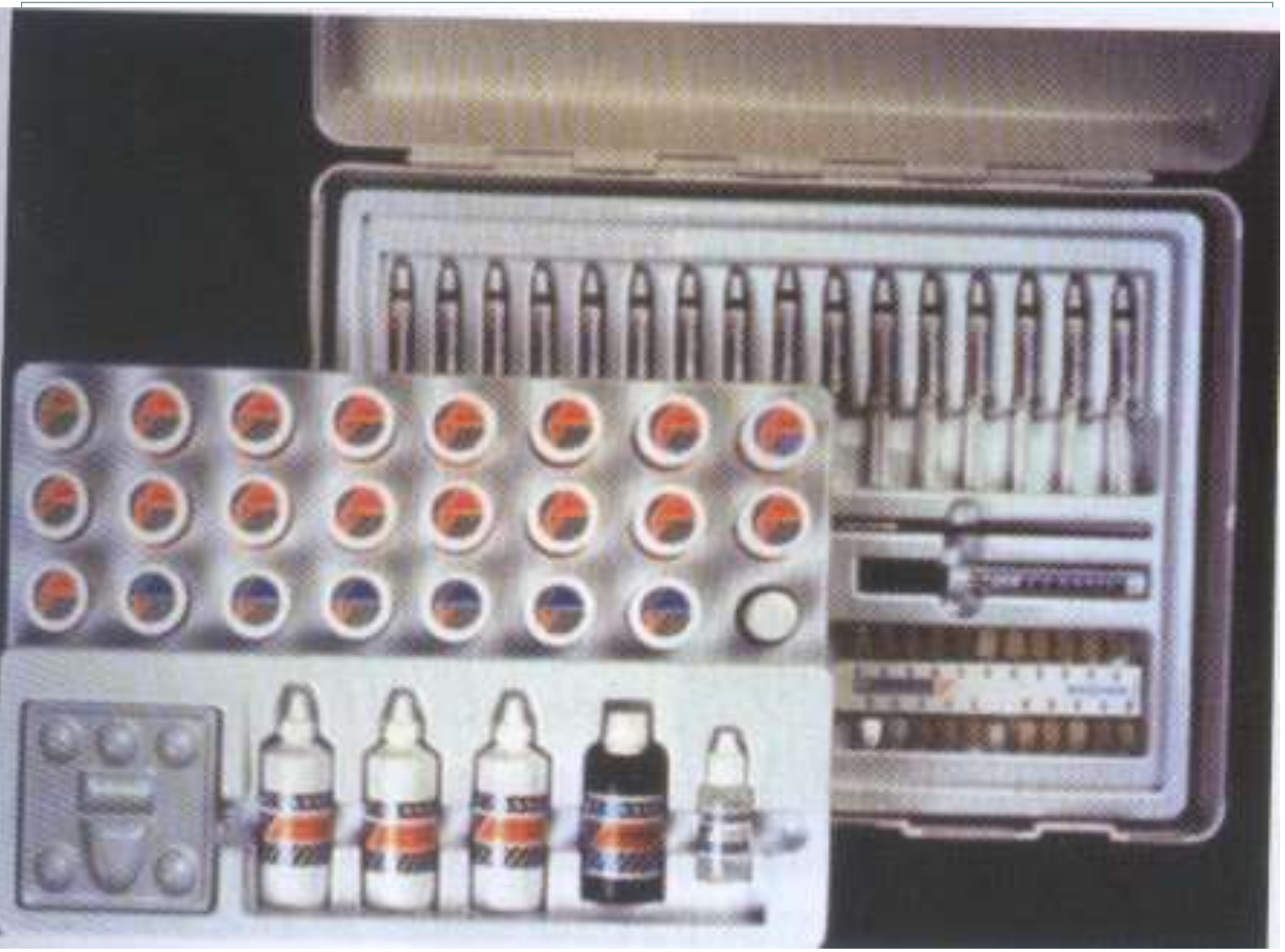
مرحلة تطبيق الخزف في الترميمات الخزفية المعدنية:

- **معالجة سطح المعدن** :يِعالج السطح الخارجي للقلنسوة المعدنية قبل تطبيق الخزف على عدة مراحل وطرقٍ مختلفةٍ
- **مرحلة تطبيق الخزف بخطوات متعددة:** يأتي الخزف على شكل مجموعة من الألوان تتناسب مع ألوان أسنان المرضى . ويكون الخزف معبأ بعلب على شكل مسحوق شديد النعومة يمزج بسائل هو عبارة عن ماء مقطر يأتي مع المجموعة . يُطبق الخزف على القلنسوة المعدنية بعد معالجتها وفق مراحل عدةٍ تتضمن :

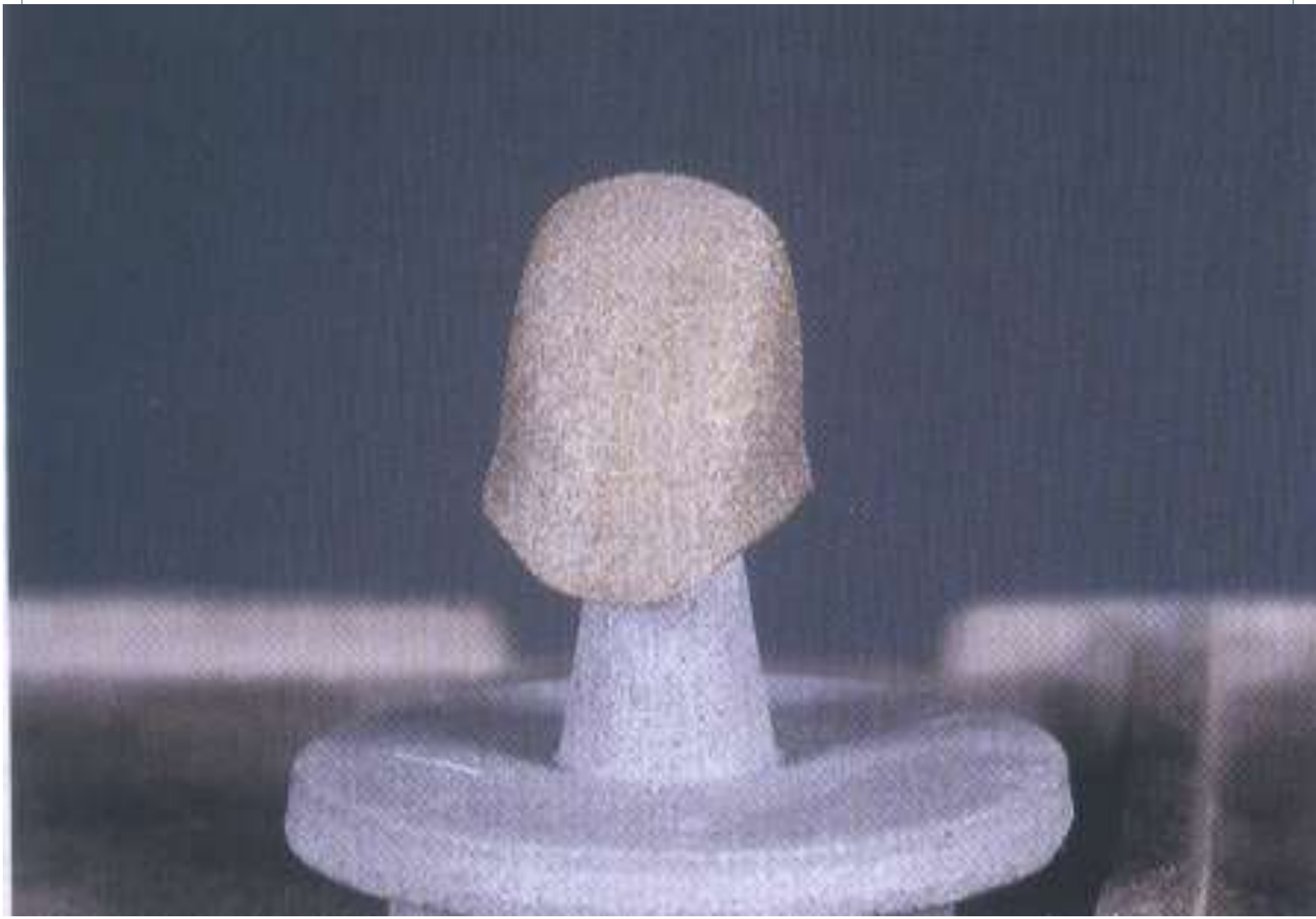
مراحل الخبز	حرارة الفرن
طلاء إخبز المادة الظليلة	980 م – تفريغ هواء
المادة المغطية IIخبز المادة الظليلة	970م - تفريغ هواء
خبز الخزف العاجي	920م - تفريغ هواء
خبز تصحيحي	910م - تفريغ هواء
خبز الخزف الزجاجي	890م - تفريغ هواء

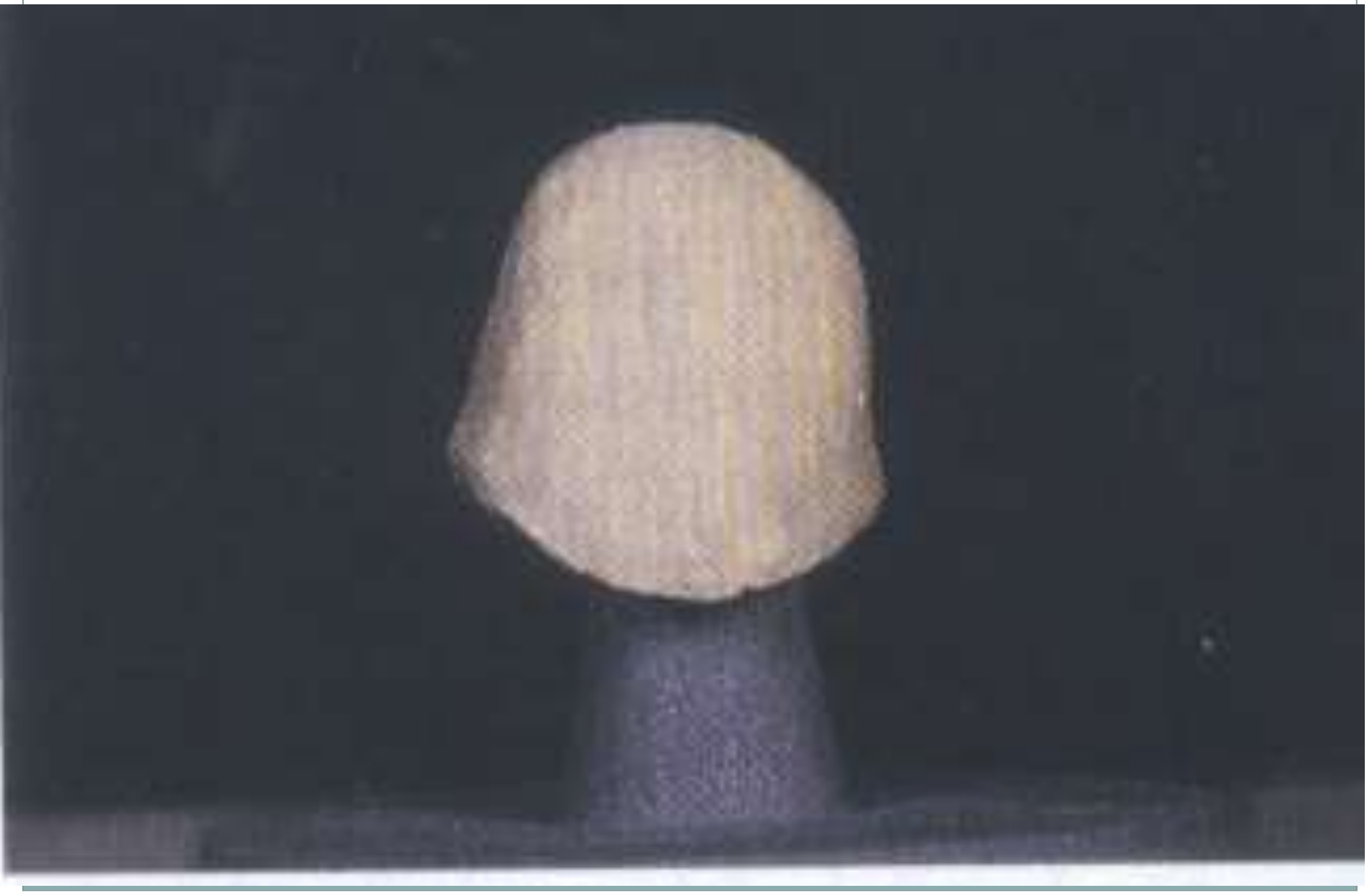
1- تقنيع المعدن بالسيراميك الظليل (الأوباك) لحجب لون الأكاسيد المعدنية على طبقتين :

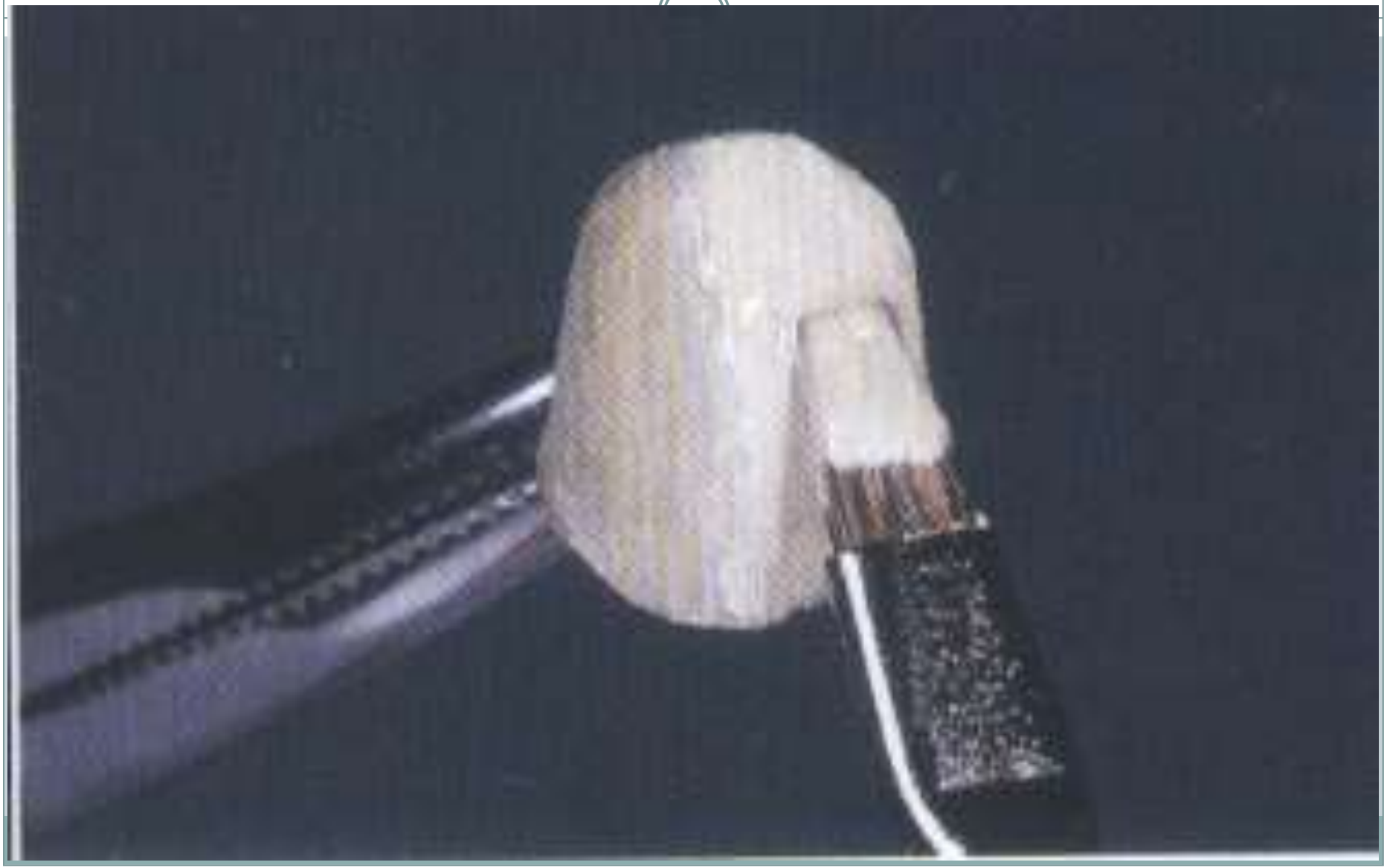
- تطبق الطبقة الأولى لإخفاء المعدن وإعطاء القبعة المعدنية ستار قاعدي ولتامين الارتباط البدئي الخزفي المعدني.
- تدهن القبعة المعدنية بطبقة رقيقة من سائل خاص أو ماء مقطر.
- التطبيق الثاني للاوباك يجب أن يغطي المعدن بشكل كامل

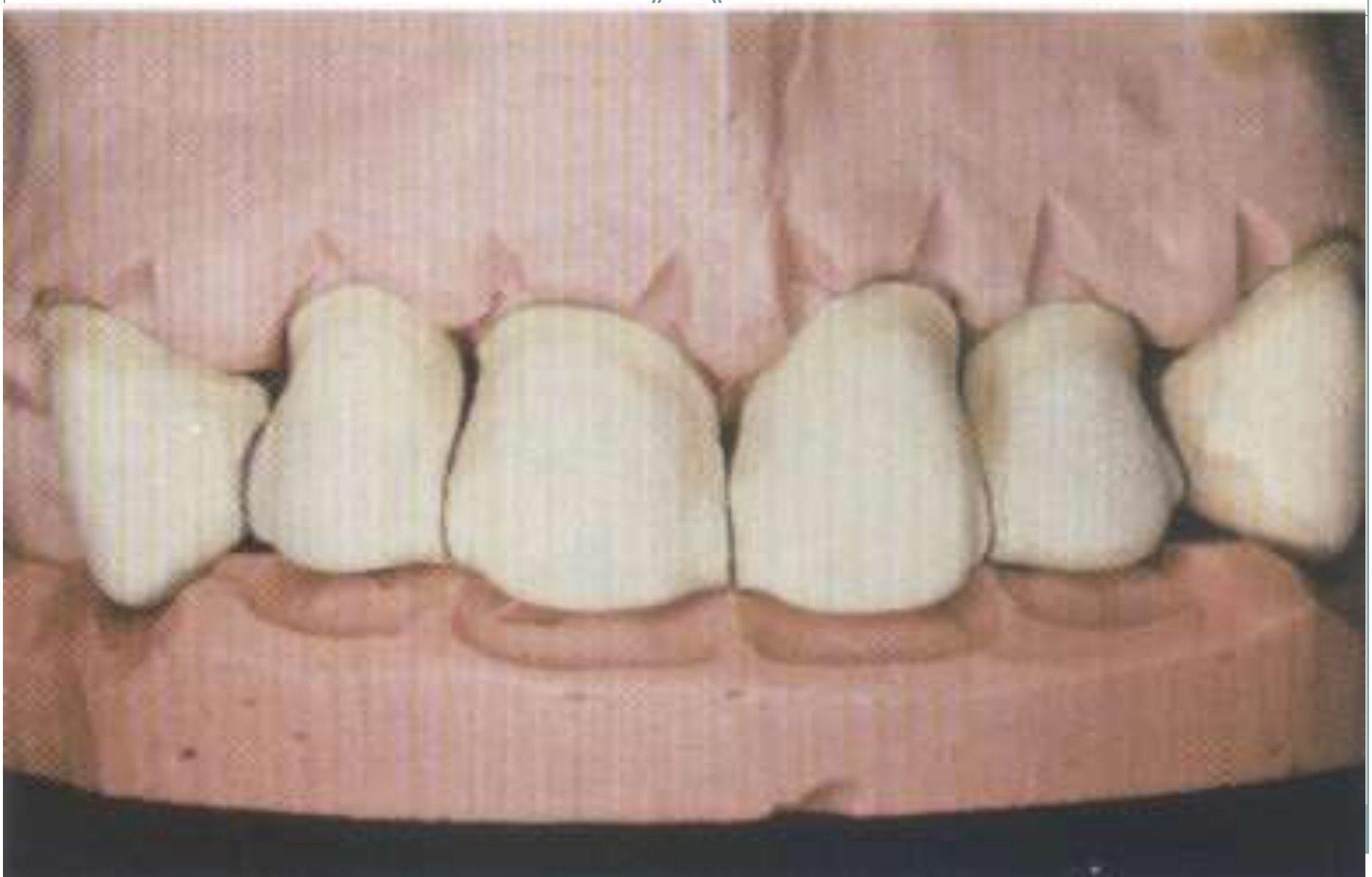


Crystar
a1O
a1C
a1B
T

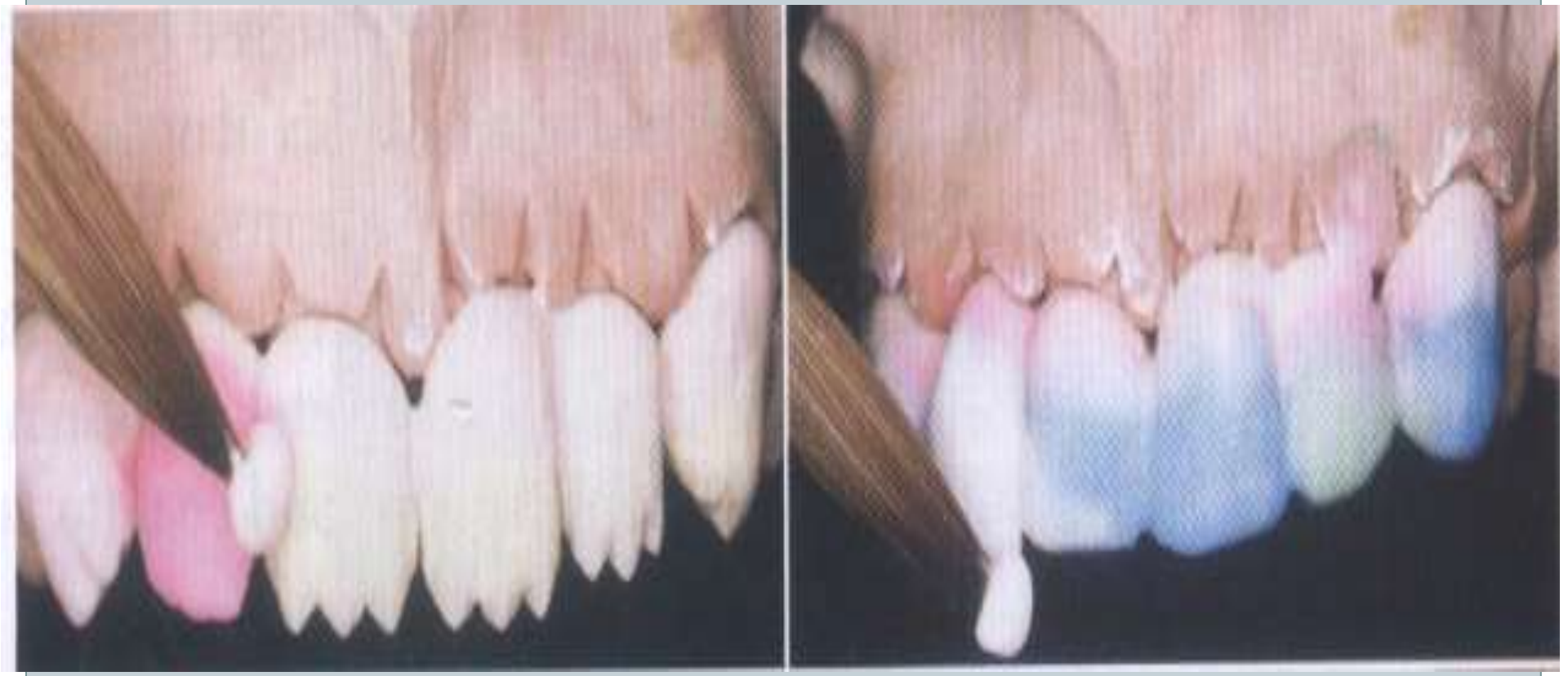




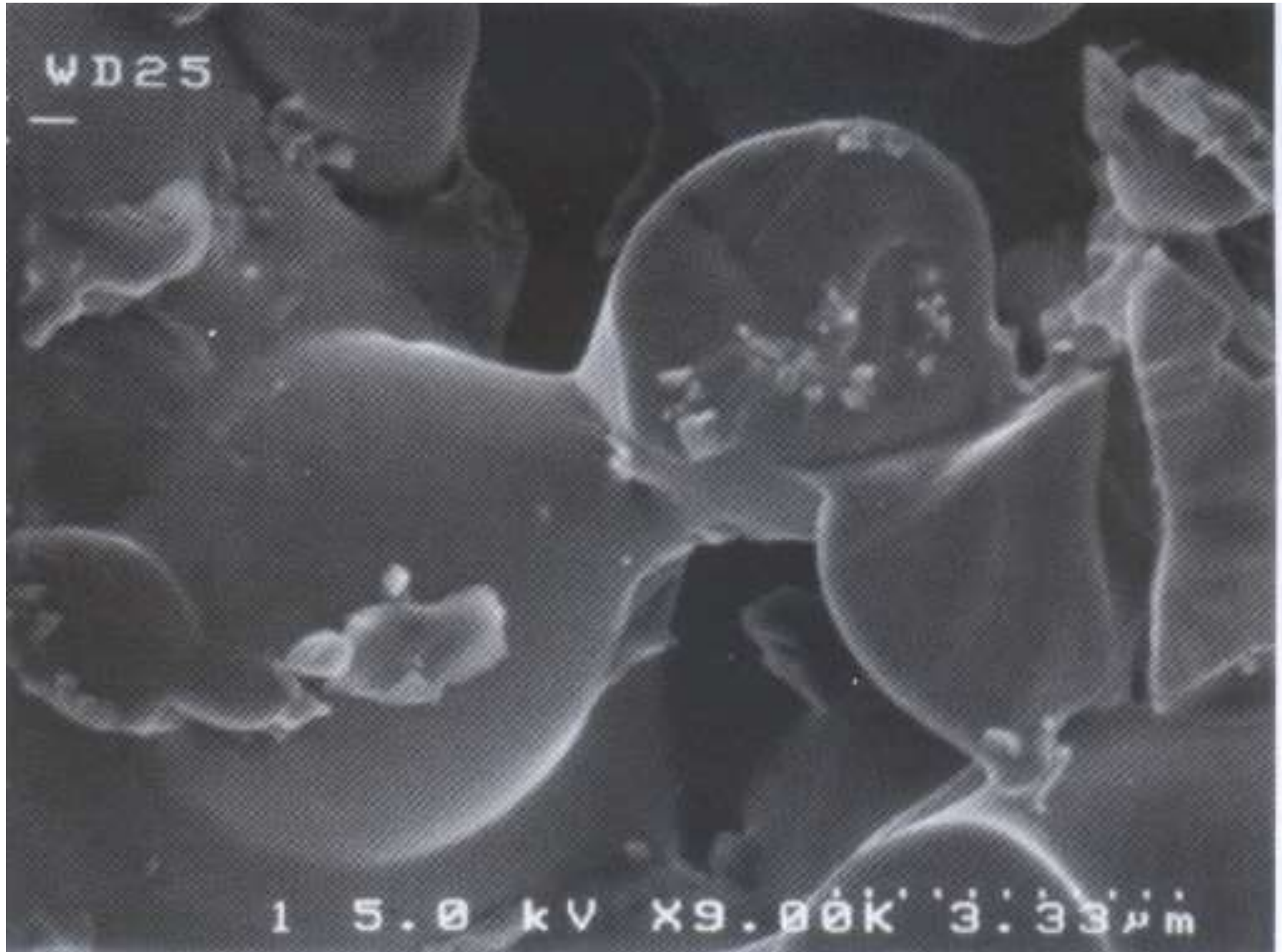




2- إضافة الخزف العاجي فوق السيراميك الظليل لبناء النموذج إلى الشكل النهائي ، ثم يزال منه سماكة معينة لإضافة الخزف الميناائي .حيث يُطبق مزيج الخزف يدوياً على المعدن بواسطة فرشاة خاصة على طبقات، ثم يُكثف لنزع الماء الزائد منه للإقلال من تقلص الخزف عند تصلبه. حيث يتقلص الخزف غير المكثف بنسبة 20% بينما تتناقص هذه النسبة إلى 12-17 % في الخزف المكثف، كما يفيد التكثيف في انطباق الخزف على القطعة المعدنية المصبوبة يحتوي الخزف العاجي على الأكاسيد المسؤولة عن لون الخزف



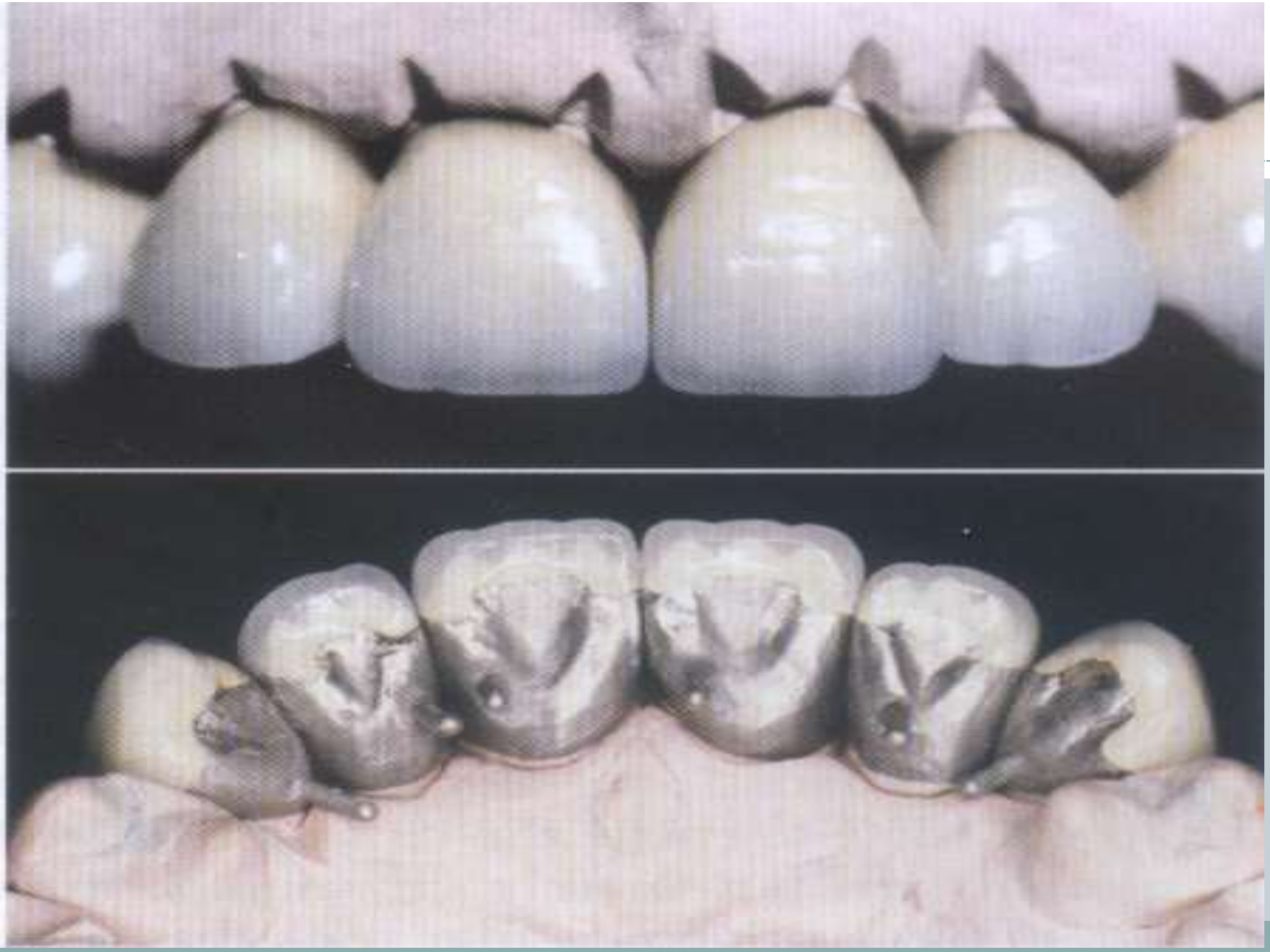
- يُخبز الخزف بأفران خاصة تتضمن برامج مختلفة تُلائم كل أنواع الخزف المتوفرة حسب تعليمات الشركات المصنعة. تتم عملية الخبز برفع درجة حرارة الخزف بشكل تدريجي تحت التفريغ الهوائي لتقليل مساميته وذلك بمنع تبخر السوائل منه. يحصل خلال مرحلة الخبز سيلان حبيبات الخزف لتملأ الفراغات الموجودة بينها عند وصول درجة حرارة الفرن لدرجة انصهار الخزف دون أن ترتبط هذه الحبيبات مع بعضها بسبب طاقة السطح وتسمى هذه المرحلة بمرحلة خبز البسكويت ، ثم يسمح الفرن بدخول الهواء بعد انتهاء عملية الخبز


WD25
1 5.0 kV X9.00k 3.33µm

- 3- إضافة الخزف الميناائي مع مراعاة إضافة كمية زائدة من الخزف أكثر من الحجم المطلوب لمعاوضة التقلص الناتج عن خبز الخزف .وهو خزف شفاف يعكس لون الخزف العاجي يعطي المظهر البراق والشفاف

4- إجراء التعديلات النهائية على الترميم بعد تجربته سريرياً وإضافة ملونات خارجية في حال الحاجة لتقليد الأسنان المجاورة كما في حالة وجود تصبغات عنقية على أسنان المريض أو بقع فلورية.

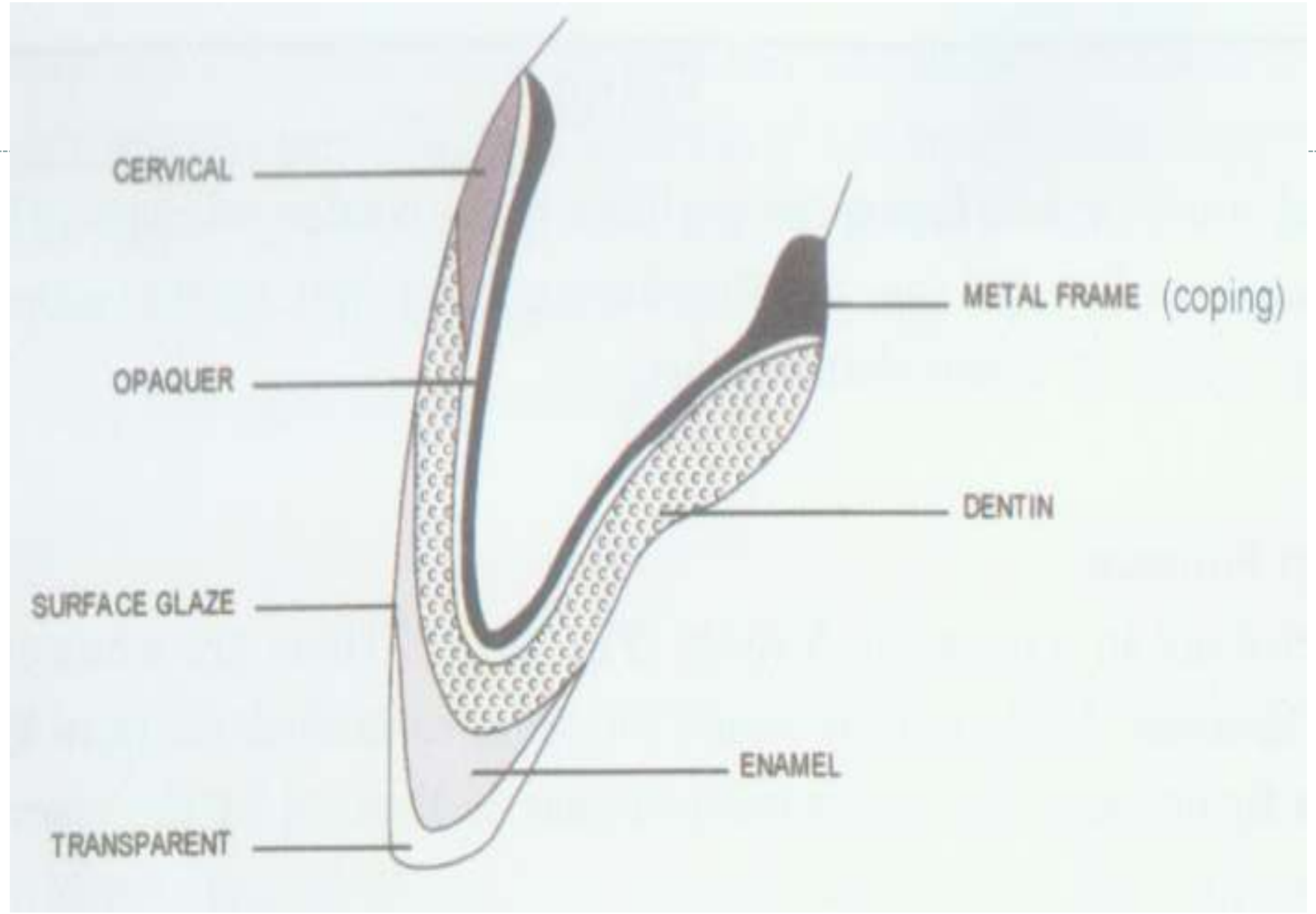
Ceramco
1600
Porcelain



Stain Palette Setup – VITA Akzent Stains / Classical Shade Guide

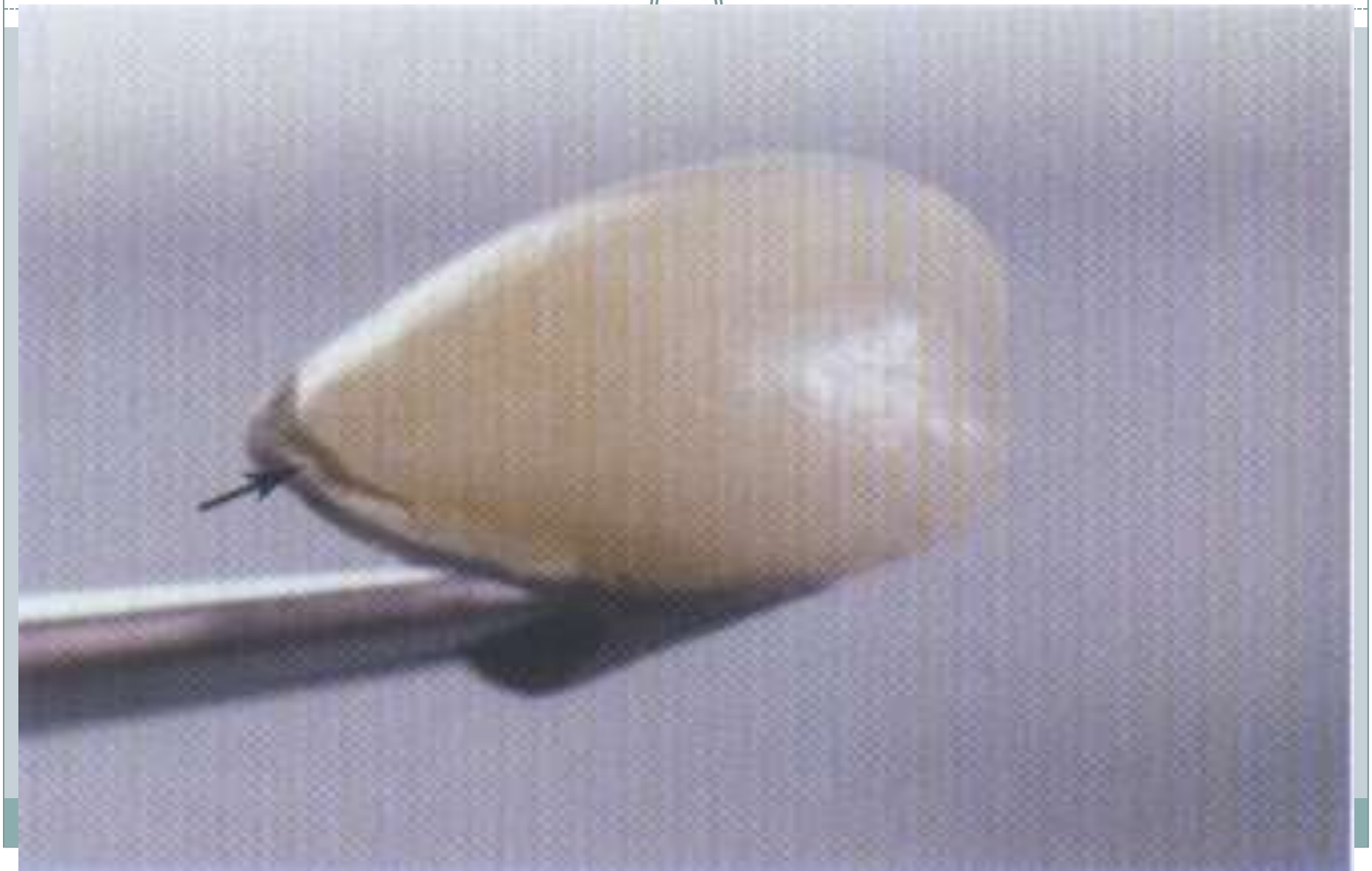
© Geoffrey W. Shein, CDT, DDS, MS 2008

5- تسمى المرحلة التي تلي مرحلة خبز الخزف بخبز الزجاج أو التزجيج (Glaze bake) ، وتتضمن وضع طبقة رقيقة من زجاج شفاف غير بلوري منخفض درجة الانصهار وتسخينه في فرن الخزف دون التفريغ الهوائي


CERVICAL
METAL FRAME (coping)
OPAQUER
DENTIN
SURFACE GLAZE
ENAMEL
TRANSPARENT

المشاكل المرافقة لمرحلة خبز الخزف :

- تشوه الحواف الرقيقة للمعدن المصبوب بسبب حدوث ظاهرة الانزلاق في الهياكل الشبكية للخليطة المعدنية بسبب ارتفاع درجة حرارة الخليطة عند زيادة مراحل خبز الخزف



- تبخر بعض العناصر المعدنية من الخليطة ، مما يسبب تشكل فقاعات غازية ضمن الخزف تسبب غياب لون الخزف في منطقة تواجدها بسبب تفاعلها مع القالب الخزفي ، ويميل لون المنطقة للاخضرار ، وتعتبر الخلائط الحاوية على الفضة والنحاس أكثر عرضة لهذه المشكلة. ولتجنب هذه المشكلة يجب ضبط درجة حرارة فرن الخزف حسب الخلائط المعدنية المستخدمة

- ظهور لون الأكاسيد المعدنية على سطح المعدن ويتراوح هذا اللون بين الأصفر الفاتح في الخلائط الثمينة إلى اللون الرمادي الغامق أو حتى الأسود في الخلائط المعدنية الرخيصة ، لذلك يجب أن يُحجب لون هذه الأكاسيد بشكل جيد قبل تطبيق الخزف للحصول على تعويض تجميلي و ذلك باستخدام طبقة الأوباك الظليلة فوق السطح المعدني قبل تطبيق الخزف ، الأمر الذي يعتبر صعباً في الخلائط المعدنية الرخيصة نظراً لقتامة لون الأكاسيد فيها مقارنةً مع الخلائط الثمينة

- يجب تبريد الخزف بعد خبزه بشكلٍ تدريجيٍ ، حيث يسبب التبريد السريع تقلص طبقات الخزف المخبوز بشكل غير متجانس ، فتتقلص الطبقات السطحية في حين لا تزال الطبقات الداخلية ساخنةً مما يؤدي ذلك لتشكل جهود داخلية تسبب حدوث شقوق في كتلة الخزف .

الايجابيات

- الحصول على تعويض ذو مقاومة عالية للضغوط .
- إمكانية عمل جسور تجميلية طويلة المدى .
- انطباق حفافي جيد.
- التكلفة.
- إمكانية إصلاح الخزف.

السلبيات

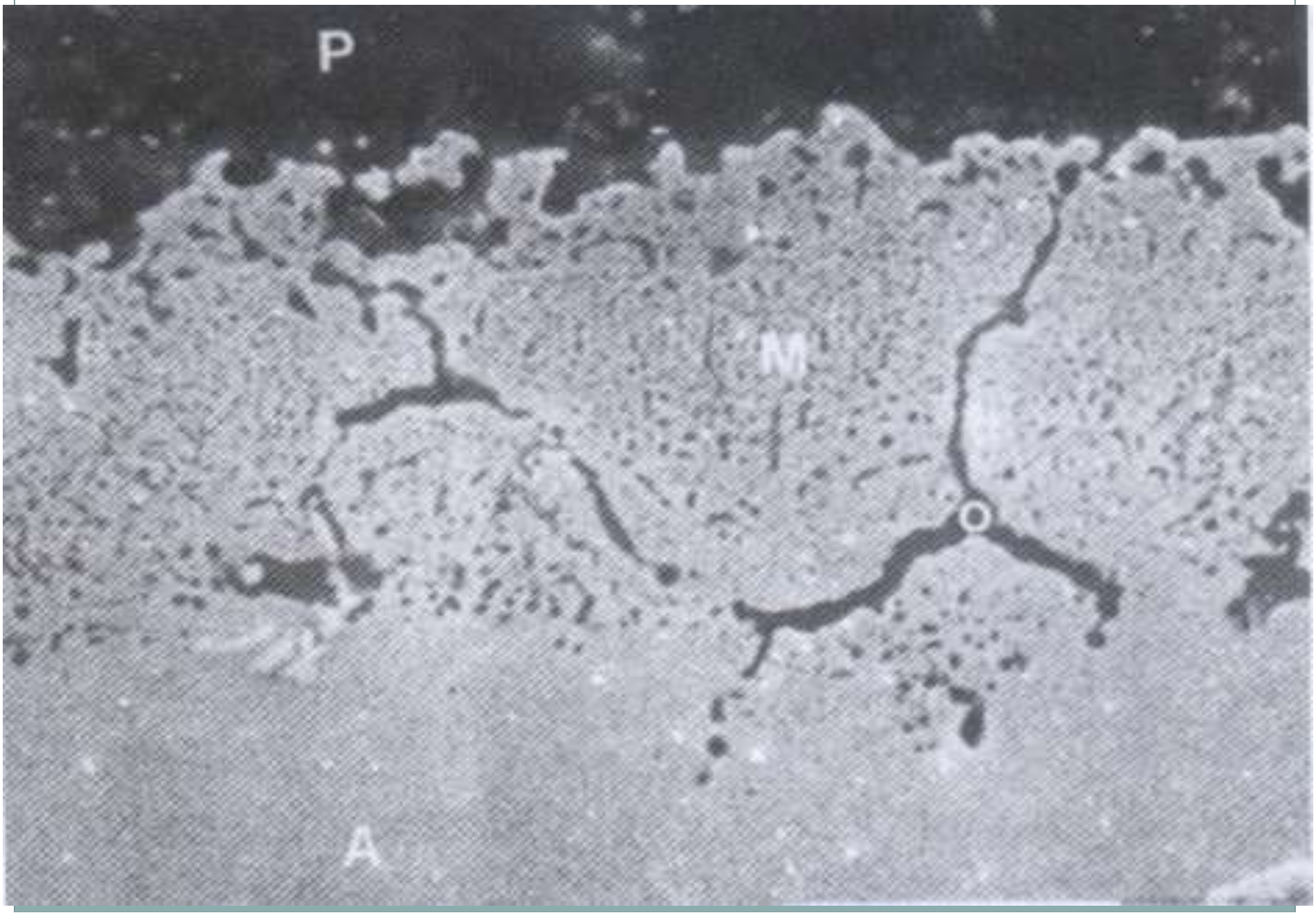
- ظهور حواف المعدن والجمالية مقارنة بأنظمة الخزف الخالي من المعدن.
- صعوبة تأمين الشفوفية .
- أخطاء الإرتباط الخزفي المعدني .

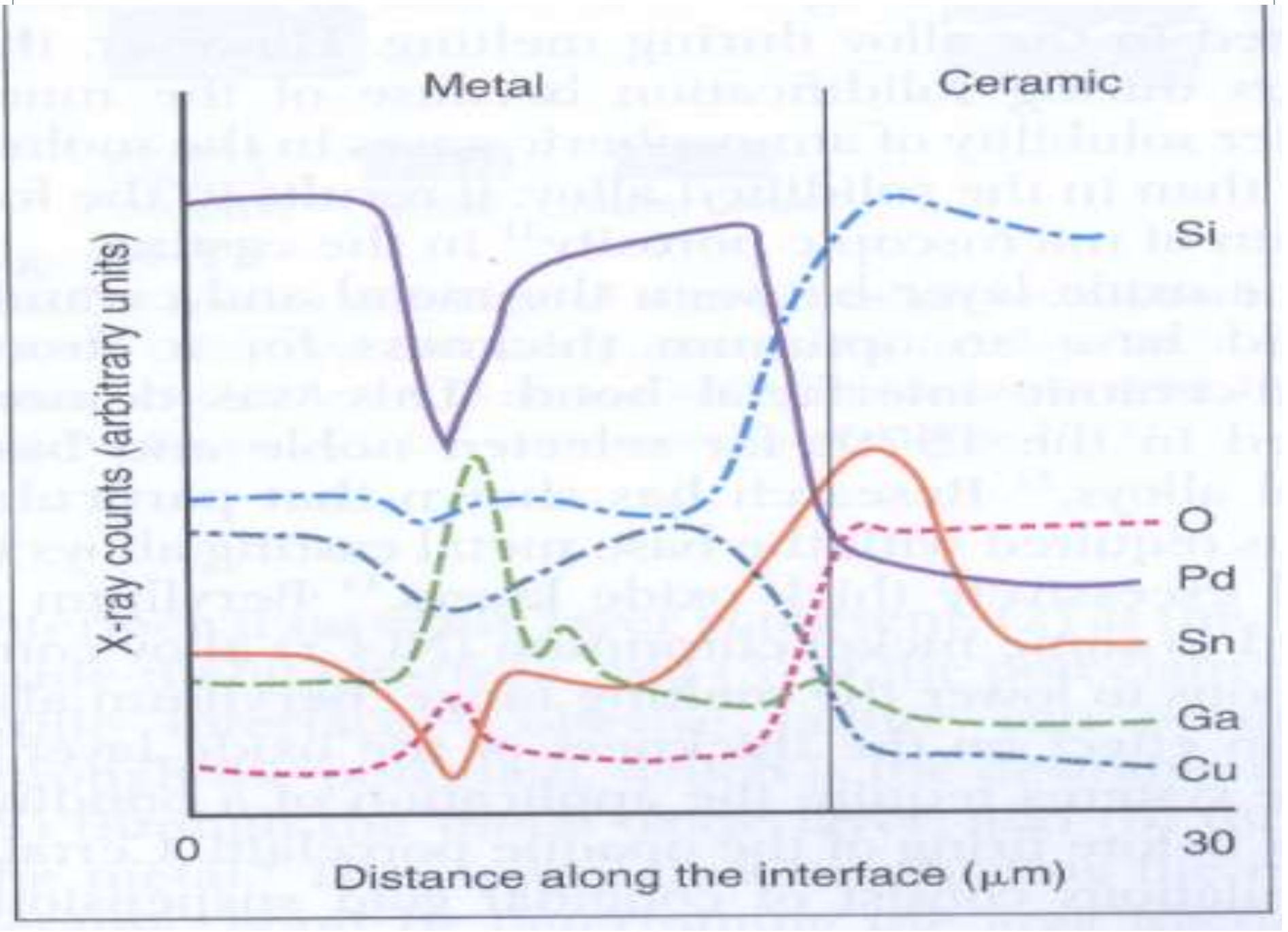
الارتباط الخزفي المعدني

- تعتبر متانة الارتباط الخزفي المعدني العامل الأكثر أهميةً في نجاح الترميمات الخزفية المعدنية ، لأن أغلب حالات فشل هذه الترميمات تتميز بإنفصال الخزف عن المعدن . حيث مازلنا نعاني من كسر الخزف عن الهيكل المعدني في العديد من الحالات السريرية.
- يحدث الارتباط الخزفي المعدني من ارتباط الأكاسيد المعدنية المتشكلة على سطح القبعة المعدنية بعد المعالجة الحرارية لها ، مع الأكاسيد المعدنية الموجودة ضمن الخزف المبني فوقه.

البنية المجهرية لمنطقة الارتباط الخزفي المعدني :

- بينت الدراسات المجهرية لمنطقة الارتباط المعدني الخزفي عدم وجود شقٍ بين الخزف والمعدن، ويكون هذا الارتباط على شكل منطقة تداخل وتشابك تقدرسماكتها بحوالي 15 ميكرون في الخلائط المعدنية الثمينة ، على حين يكون هذا الارتباط على شكل خط تماس في الخلائط المعدنية غير الثمينة .


P
M
A


Metal
Ceramic
X-ray counts (arbitrary units)
Si
O
Pd
Sn
Ga
Cu
0
30
Distance along the interface (μm)

العوامل المؤثرة في متانة الارتباط الخزفي المعدني:

- تشكل ارتباط كيميائي قوي بين الخزف والمعدن .
- حدوث تشابك ميكانيكي بين المادتين .
- الجهود المطبقة على الترميم .
- ترطيب الخزف للسطح المعدني وارتباطه معه دون أية فراغات

يحدث الارتباط الكيميائي نتيجةً لتشكل أكسيد السيليسيوم في الخزف نظراً لشراهته للأوكسجين الذي يشكل بدوره جسور خزفية مع الأكاسيد المعدنية الموجودة على سطح الخليطة والناتجة عن كلٍ من النيكل والكروم والمنغنيزيوم والبيريليوم في حال احتواء الخليطة عليه.

يعتمد الترطيب على العوامل التالية:

- يجب أن تسيل الطبقة الخزفية الظليلة أثناء خبزها لتقوم بترطيب جيد للسطح المعدني الصلب . وأن تكون زاوية التماس أقل ما يمكن .
- عند تسخين الخزف على المعدن الصلب تنشئ قوى فيزيائية تدعى قوى فاندرفالس وهي قوى فيزيائية تنشئ بين جزيئات السطح المعدني الصلب وجزيئات الخزف السيال

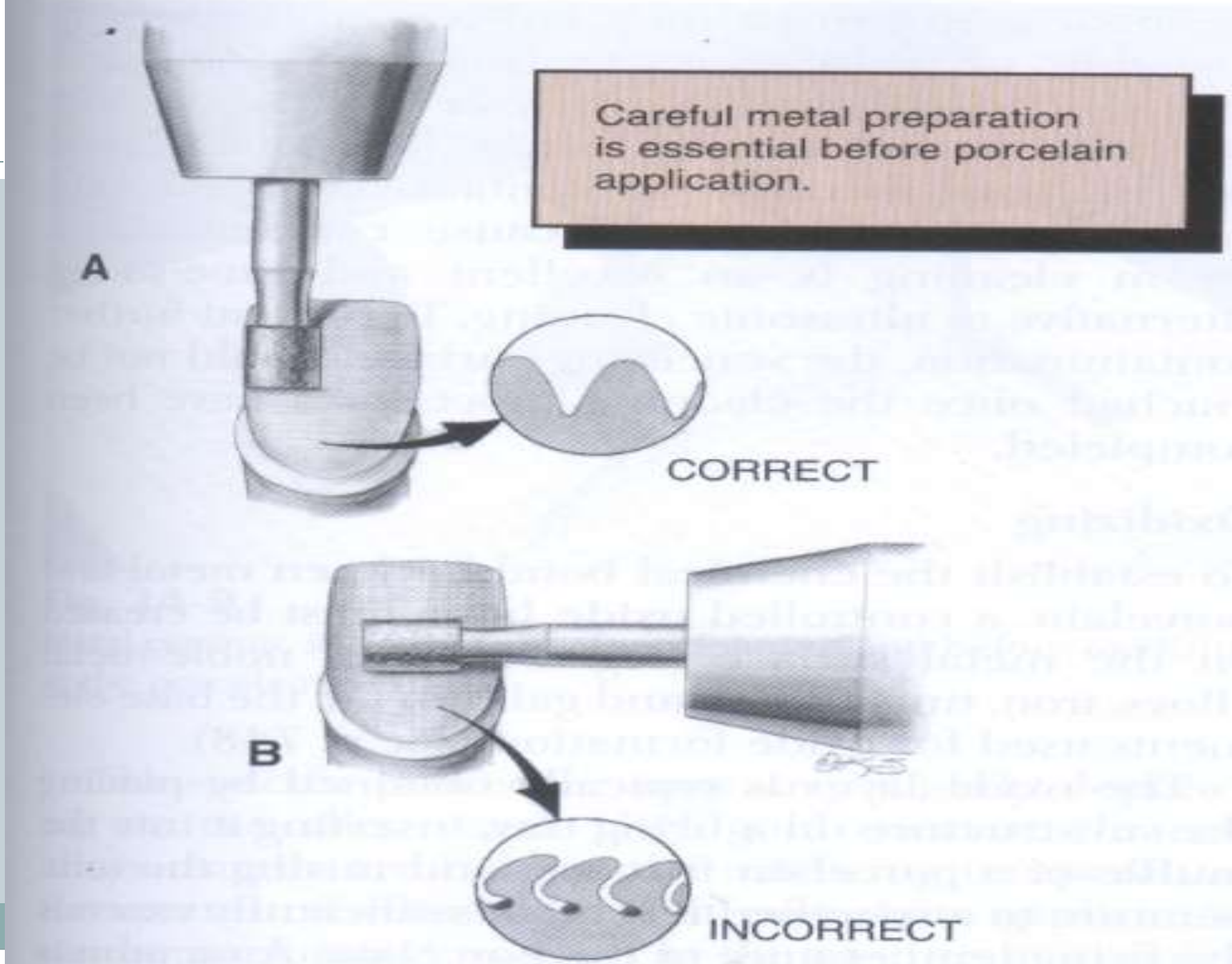
يعتمد التثبيت الميكانكي على :

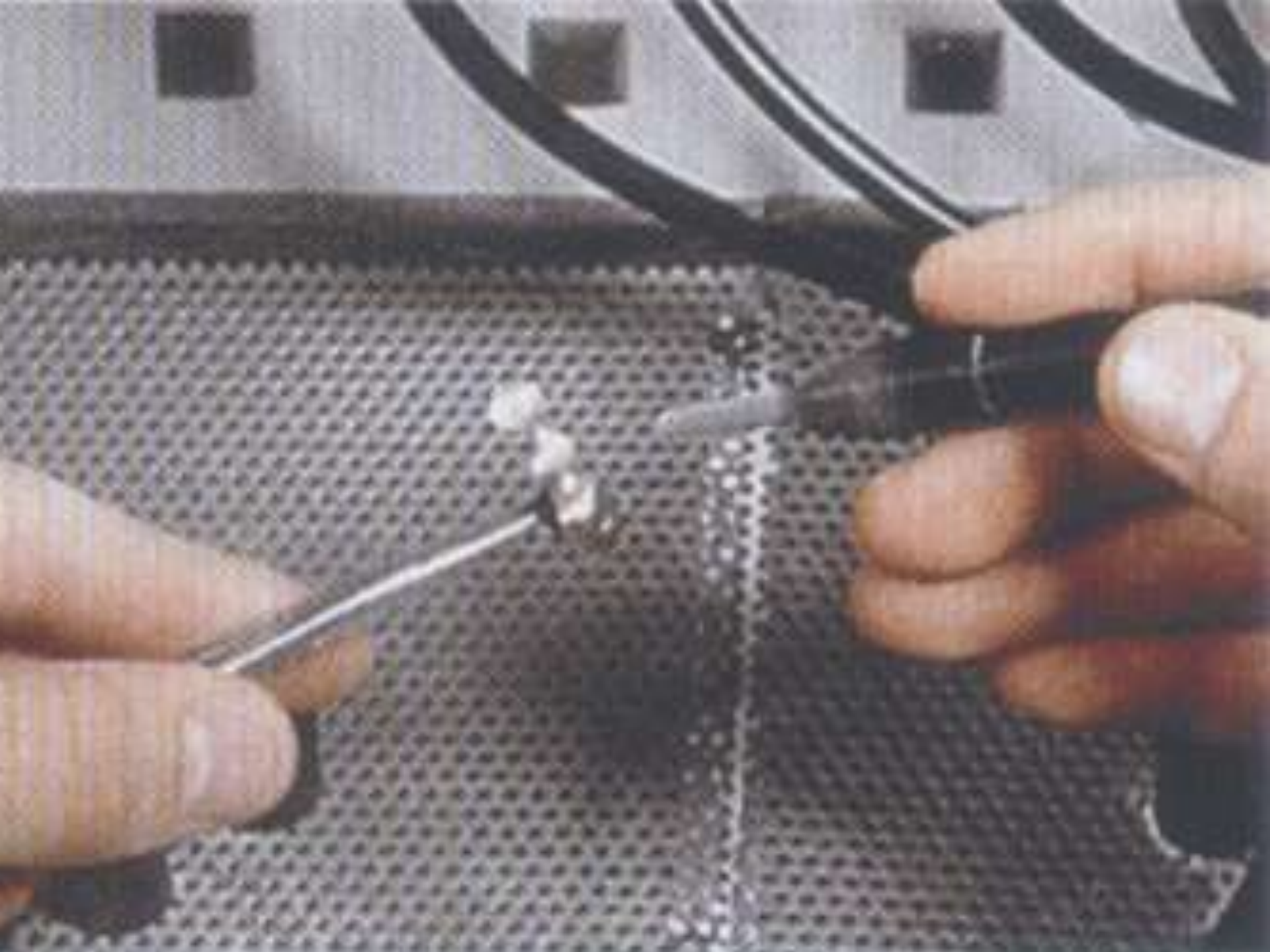
- تواجد خشونة قليلة في سطح المعدن يمكن أن ينتج عنه تثبيت ميكانيكي على المستوى المجهري، مما يزيد سطح التماس بين الخزف والمعدن فيزداد التشابك والارتباط بينهما.

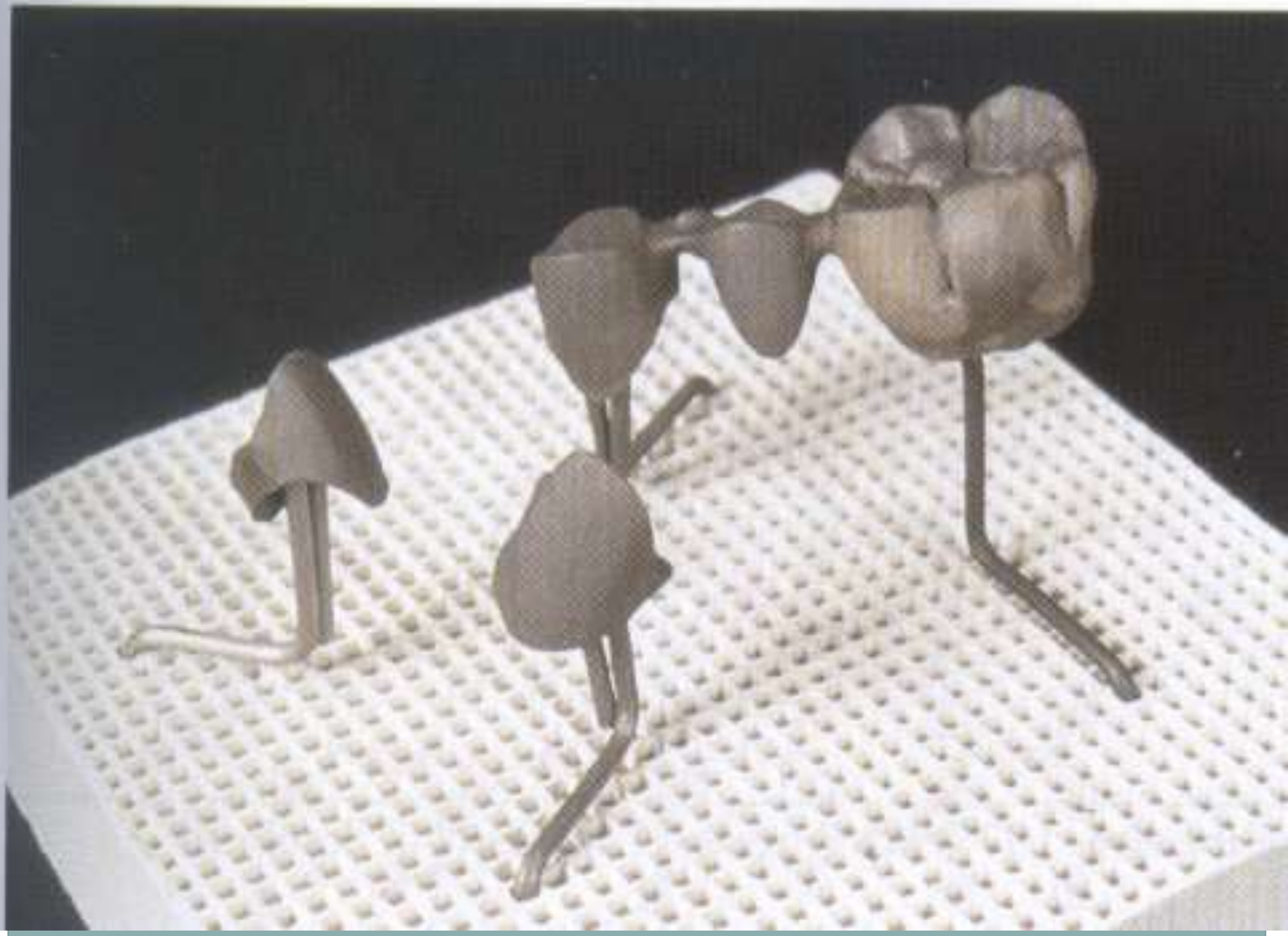
معالجة سطح الخليطة قبل تطبيق الخزف

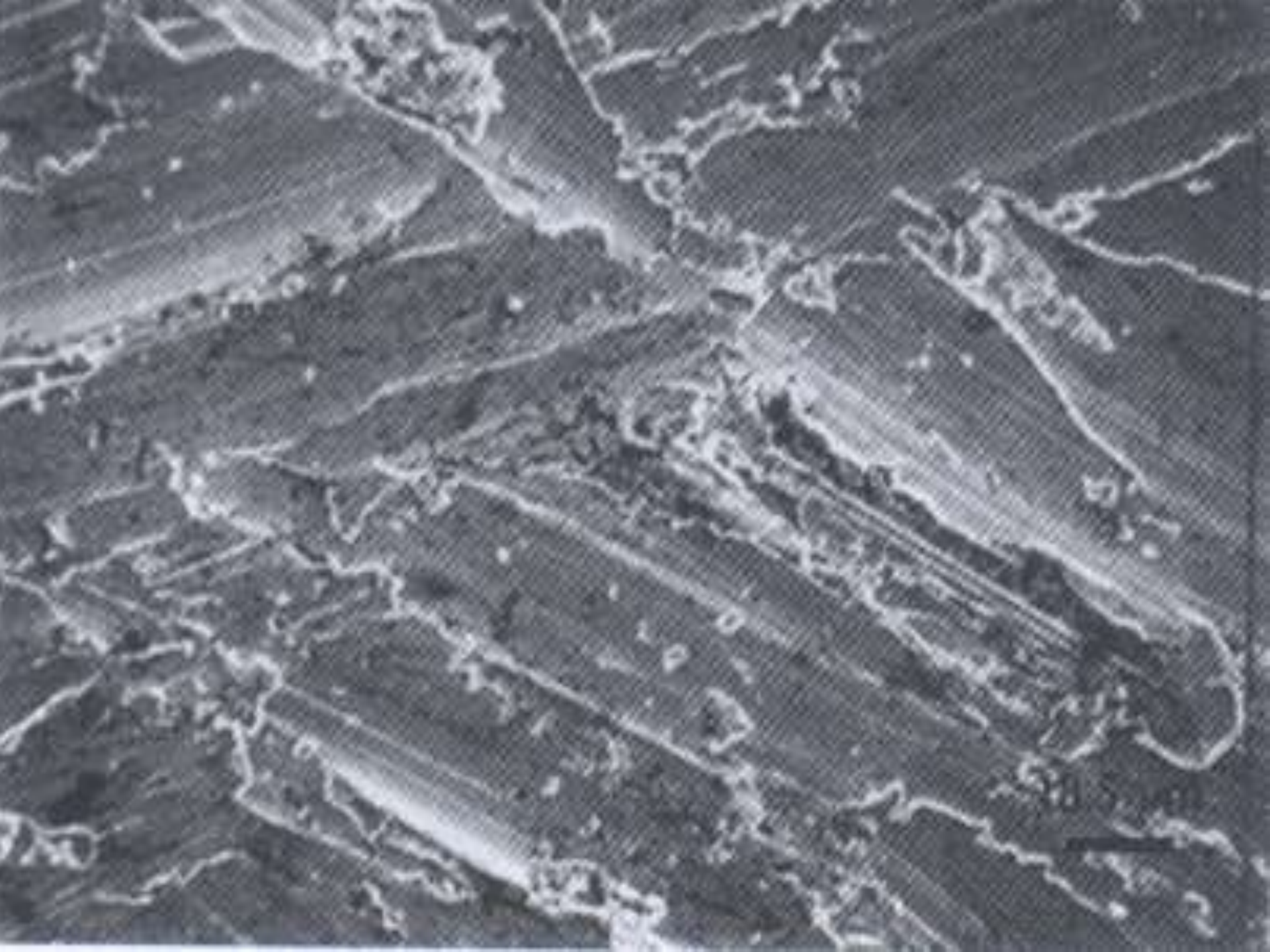
من الشروط الهامة لنجاح الارتباط الخزفي المعدني معالجة سطح الخليطة المعدنية المصبوبة قبل تطبيق الخزف عليها ، ويتم ذلك على مراحل عدةٍ تتضمن :

- صقل المعدن وإنهاؤه بأحجار الكاربوراندوم
- ترميل السطوح المعدنية المصبوبة بتوجيه تيار من حبيبات أوكسيد الألمنيوم بضغطٍ مرتفعٍ ، حيث تتوفر حبيبات أوكسيد الألمنيوم بأحجام مختلفة (50-100 ميكرون) .


Careful metal preparation is essential before porcelain application.
A
CORRECT
B
INCORRECT







- **المعالجة الحرارية للقطعة المعدنية المصبوبة** بعد ترميلها قبل خبز الخزف : و تتم بوضع القطعة بفرن خبز الخزف وباستخدام برنامجٍ خاصٍ يعتمد على رفع درجة حرارة المعدن لدرجة حرارة 1035م لمدة نصف دقيقة في الخلائط المعدنية الرخيصة وبدرجة 980 م لمدة 10 دقائق في الخلائط المعدنية الثمينة مع التفريغ الهوائي . تهدف هذه العملية لتوضع طبقة الأكاسيد المعدنية على السطح المعدني للقطعة المصبوبة في الخلائط غير الثمينة وتشكل الأكاسيد في الخلائط المعدنية الثمينة ، و تحرير الجهود الداخلية الكامنة في المعدن واحتراق كافة الأوساخ التي يمكن أن يكون السطح المعدني قد تلوث بها

- **إعادة ترميل الخليطة** بعد المعالجة الحرارية للقطعة المعدنية المصبوبة بواسطة اوكسيد الألمنيوم وذلك لضمان نظافةٍ عاليةٍ للسطح المعدني المصبوب ، وتخفيف سماكة طبقة الأكاسيد في بعض الخلائط المعدنية الرخيصة التي يتشكل على سطحها طبقةٌ ثخينةٌ من الأكاسيد تسيء لمتانة الارتباط الخزفي المعدني