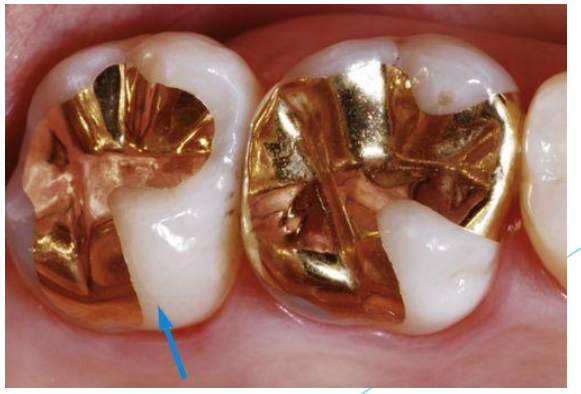
Metal Alloys الخلائط المعدنية

- لا تتوافق خواص المعادن الصرفة في أغلب الأحيان مع متطلبات استخدامها في مجال الصناعة وحتى في مجال طب الأسنان لذلك غالباً ما تستخدم خلائط هذه المعادن بدلاً منها.
- تتصف الخلائط بالخواص الكيميائية نفسها للمعادن المكونة لها لكنها تتمتع بمقاومة أعلى من مقاومة المعادن المؤلفة لها تجاه فعل الأكسدة وعوامل التآكل.
- تستخدم الخلائط المعدنية في مجال طب الأسنان في العديد من التطبيقات : التيجان ، الجسور ، الأسلاك ، الأجهزة الجزئية المتحركة ، الأدوات اللبية والزرعات السنية (خلائط التيتانيوم).
- بينما يعتبر استخدام المعادن النقية (الصرفة) مثل الذهب في صنع التعويضات السنية غير مرغوب بسبب نقص القوة التي تجعلها تتحمل القوى التي يتعرض لها التعويض ضمن الفم، لذلك تم التوجه لمزج المعادن مع بعضها وتكوين الخلائط المعدنية.

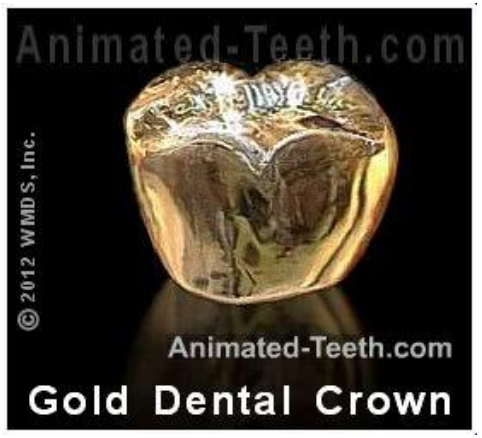


تعريف الخليطة المعدنية:

- تتركب الخليطة من اتحاد معدنين أو أكثر حيث يتم اندخال ذرات معدن ضمن تركيب المعدن الآخر بدرجة انصهار معينة وبذلك يتم تشكيل خليط متجانس بهدف تعديل الخواص الآلية أو الفيزيائية الموجودة في معدن مفرد.

- يتواجد كل عنصر معدني ضمن الخليطة بنسبة مثالية كما يقدم مساهمة نوعية في الخواص الفيزيائية والآلية للخليطة.

- ومن الضروري معرفة المساهمات الأساسية لكل عنصر ضمن الخليطة ،من أجل تقويم أهمية خلائط معينة في التعويضات الثابتة.



المتطلبات الأساسية للخلائط المعدنية ومواصفاتها:

- يفترض في التركيب الكيميائي للخليطة المعدنية ألا يسبب تأثيرات سمية أو تحسسية على كل من المريض أو الطبيب أو المخبري.
- كما يفترض أن تمتلك الخليطة مقاومة جيدة للتغيرات الفيزيائية الموجودة في البيئة الفموية.
- وأن تمتلك خصائص فيزيائية وميكانيكية (عامل تمدد حراري ، الناقلية الحرارية ...) متناسبة مع مجالات تطبيق هذه المادة وعادة ما تكون الخلائط أكثر صلابة وقساوة من المعادن المكونة لها.
- وتعد الخلائط أكثر قابلية للانصهار من المعادن المكونة لها وأقل ناقلية كهربائية وحرارية.
- يفترض أن تكون المعادن المكونة للخليطة والمواد اللازمة لتكوين هذه الخليطة متوافرة بشكل دائم و بأسعار مناسبة.

تصنيف الخلائط المعدنية:

١) حسب نسبة المعدن النبيل

٢) حسب اللون .

٣) حسب الاستخدام .

أولاً- حسب نسبة المعدن النبيل:

- يعتمد هذا التصنيف على العناصر المعدينة الداخلة في تركيب الخليطة .
- تصنف هذه المعادن إلى معادن نبيلة (ثمينة) ومعادن غير نبيلة (رخيصة).

١) المعادن النبيلة:

وهي الذهب ، البلاتين ، الإيريديوم ، الروديوم ، الأوسميوم ، الروثينيوم، البالاديوم .

أكثر المعادن النبيلة (الثمينة) المستخدمة في طب الأسنان هو الذهب AU و البلاديوم Pd و البلاتين Pt.

- تعتبر المعادن الثمينة من أكثر أنواع المعادن مقاومة للاهتراء والتآكل حتى في أقسى الظروف لذلك تعتبر أكثر المعادن ملائمة للتطبيق داخل البيئة الفموية .
- اعتبر بعض علماء المعادن معدن الفضة من المعادن النبيلة ، ولكن في طب الأسنان يعتبر من المعادن الرخيصة (حيث له دور كبير في احتباس الأوكسجين ، مما يعطي صبة مسامية وتكمد بسهولة).

٢) المعادن غير النبيلة (الرخيصة):

- أكثر المعادن غير النبيلة المستخدمة في طب الأسنان هي التيتانيوم Ti والنيكل Ni والنحاس Cu والفضة Ag والزنك Zn.
- هذه المعادن تعطي الخلائط المعدنية القوة و الصلابة و مقاومة السحل و هي المواصفات الضرورية للترميمات. علمًا أن هذه المعادن في حالتها الصرفة يكون لها ميل للاهتراء بشكل كبير.
- لإدراج أي خليطة ضمن قائمة المواد السنية المرخصة من قبل جمعية طب الأسنان الأمريكية ADA يجب أن تتضمن:
- معادن ثمينة بنسبة ٧٥% من وزنها كحد أدنى .
- نسبة ٢٥% المتبقية تحتوي على الفضة ،النحاس ،الزنك ، الحديد.
- تحسب نبالة خليطة من خلال جمع النسب المئوية لأوزان المعادن الثمينة الداخلة في تركيب هذه الخليطة.

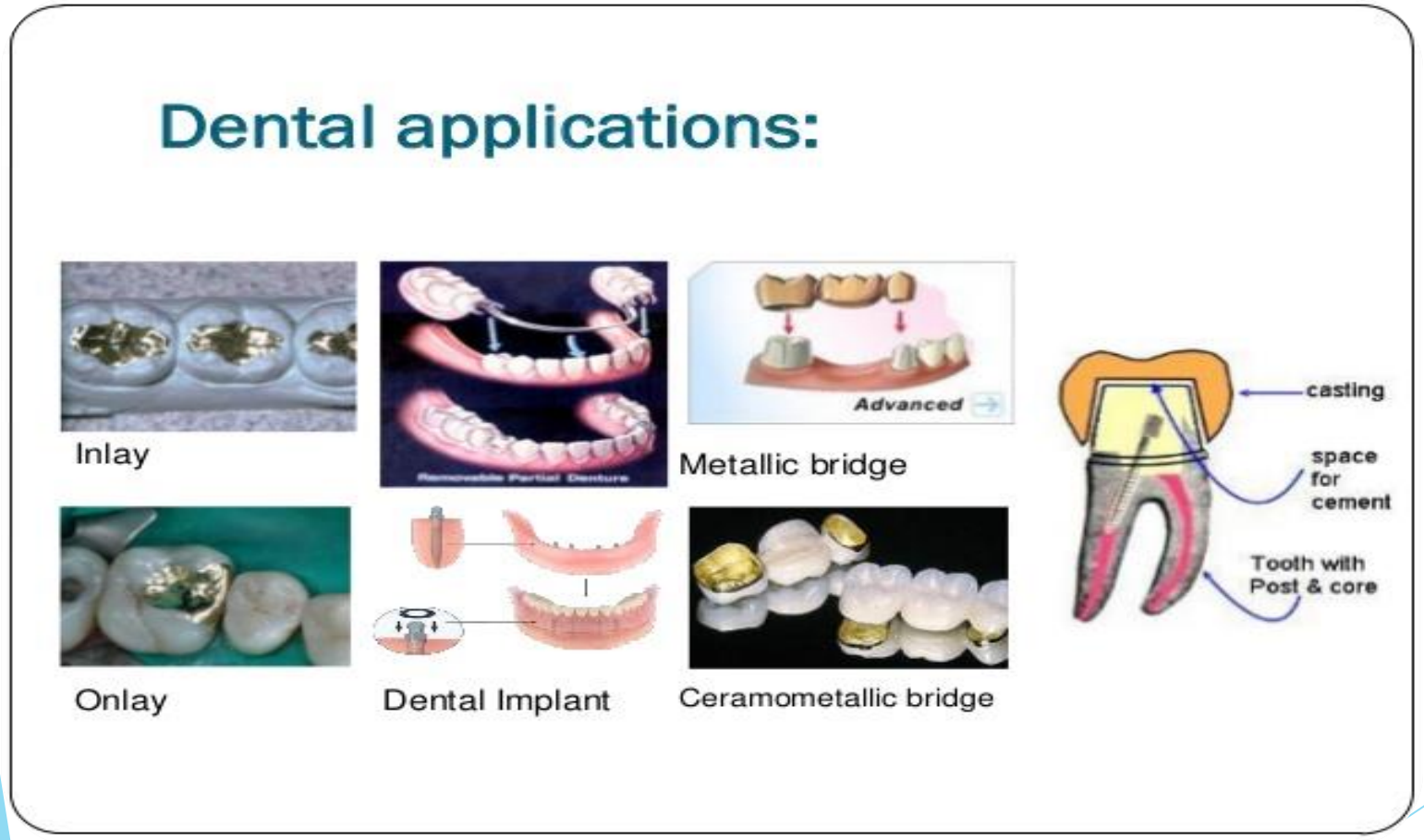
- **وتصنف الخلائط حسب نسبة المعدن النبيل إلى:**
  - ١) خلائط غنية بالمعدن النبيل :تحتوي على نسبة ٩٠ % من معادن نبيلة
  - ٢) الخلائط متوسطة المعدن النبيل: تحتوي على ٧٠ ـ ٩٠% من المعادن النبيلة .
  - ٣)الخلائط المحتوية على قليل من المعادن الثمينة أقل ٧٠%من المعادن النبيلة.
  - ٤) الخلائط الرخيصة : لا تحتوي على معادن نبيلة .

ثانياً- حسب اللون:

- تتراوح ألوان الخلائط من الأصفر إلى الفضي فالأبيض.
- يعتقد البعض أن الخلائط ذات اللون الأصفر تحتوي على الذهب بنسب أكبر بينما الخلائط ذات اللون الأبيض تكون خالية من الذهب وهذا اعتقاد خاطئ.
- فاللون لا يعتبر دليل على نبالة أو رخص الخليطة ولا يدل على جودة أو رداءة خصائص هذه الخليطة.

ثالثاً- حسب الاستخدام:

- يمكن تصنيف الخلائط إلى خلائط مستخدمة في صناعة التعويضات و خلائط مستخدمة في اللحام.
- هناك العديد من الاستخدامات الأخرى للخلائط في مجال طب الأسنان فأسلاك التقويم مصنوعة من خلائط قابلة للثني وموسعات الأقنية اللبية مصنوعة من خلائط الستانلس ستيل و الزرعات مصنوعة من خلائط التيتانيوم.



أنواع الخلائط المعدنية في طب الأسنان:

١) الخلائط عالية النبالة :

- خلائط الذهب-البلاتين- البالاديوم
- -خلائط الذهب – البالاديوم
- -الذهب- البالاديوم – الفضة

٢) الخلائط النبيلة :

- البالاديوم – الفضة
- البالاديوم – نحاس
- البالاديوم – كوبالت

٣) الخلائط الرخيصة :

- النيكل –الكروم
- الكروم- كوبالت
- التيتانيوم أو خلائط التيتانيوم

أولاً- الخلائط عالية النبالة : High noble alloys

- تكون هذه الخلائط ذات كثافة مرتفعة مما يجعلها الأكثر سهولة في عملية الصب لكن من المعروف أن الكثافة العالية تزيد من كلفة الترميم.
- يتم أحياناً إضافة النحاس والفضة إلى الخليطة الحاوية على معادن ثمينة لتزيد من صلابتها وقوتها.
- عند إضافة البلاتينيوم والبلاديوم إلى هذه الخلائط فإن درجة تسييلها تزيد لأن درجة انصهار هذين المعدنين مرتفعة.
- كلما زادت نسبة المعادن الثمينة في هذه الخلائط زادت مقاومتها للاهتراء.

١) خليطة ذهب -بلاتين- بالاديوم:

وهي أولى الخلائط التي تم تصنيعها للاستخدام في الترميمات الخزفية المعدنية عام ١٩٥٨ م تحت اسم Jelenko تركيبها 78% - 87% ذهب، 10% - 20% بلاتين وبالاديوم مع إضافات قليلة من القصدير والإنديوم والحديد وهي خليطة مقاومة للتأكسد مقبولة حيوياً إلا أنها غالية الثمن وضعيفة المقاومة تجاه قوى الخضوع.

٢- خليطة ذهب - بالاديوم -فضة:

طرحت في الأسواق عام ١٩٧٠م تركيبها ٥٥ % ذهب ٢٠ - ٣٠ %بلاديوم ١٠ - ١٥ % فضة مع نسبة قليلة من القصدير والكادميوم والإنديوم.

وهي تمتاز بأنها مقاومة للتأكسد ومقبولة حيوياً ومن مساوئها أنّها تسبب تلوّن الخزف لاحتوائها على الفضة.

٣- خليطة ذهب- بالاديوم:

طرحت عام ١٩٧٥ باسم Olympin تركيبها ٥٠ % ذهب ٤٠% بالاديوم مع بعض الإضافات مقاومتها للتأكسد جيدة قساوتها أعلى من سابقاتها.

- تقسم خلائط الذهب حسب مواصفات A.D.A إلى أربعة أنواع وذلك حسب قساوة فيكرز.

- النوع (I) لين (طري)

٥٠ < V. H. N < ٩٠

- النوع (II) متوسط القساوة

٩٠ < V. H. N < ١٢٠

- النوع (III) قاسي

١٢٠ < V. H. N < ١٥٠

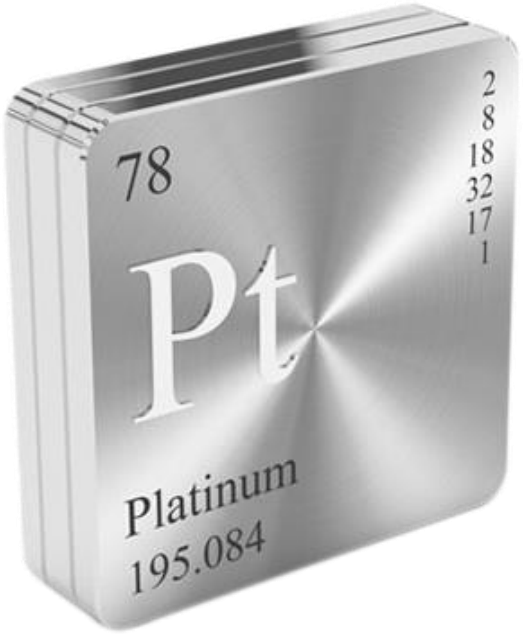
- النوع (IV) فائق القساوة

١٥٠ < V. H. N < ١٧٠

- مقارنة خصائص خلائط الذهب:

Type	Hardness	Proportional limit	Strength	Ductility	Corrosion resistance
1 2 3 4	Increases ↓	Increases ↓	Increases ↓	Decreases ↓	Decreases ↓

المعادن الداخلة في تركيب خلائط الذهب:



يعطي الذهب للخلائط :

١) مقاومة التآكل

٢) قابلية التطريق

يعطي النحاس لخليطة الذهب:

١) انخفاض مدى الانصهار

٢) ازدياد المقاومة والقساوة

يضفي البلاتين إلى خليطة الذهب :

١) مقاومة التآكل

٢) القساوة

٣) زيادة مدى الانصهار

يضفي الفضة إلى خليطة الذهب:

١) تعديل اللون الأحمر للنحاس

٢) زيادة قابلية التأكسد للخليطة .

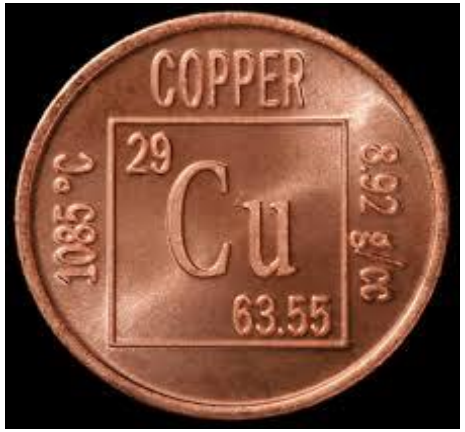
استطبابات خلائط الذهب:

تستخدم الأنواع المختلفة من خلائط الذهب كما يلي :

- النوع I : في الحشوات الملاصقة (صنف III) ، وفي حشوات الأعناق (صنف V) حيث لا تتعرض إلى ضغط شديد .
- النوع II : في الحشوات من كل الأصناف، والترميمات المفردة (تيجان).
- النوع III : في التيجان والجسور الطويلة، وفي الحشوات الضمنية والحشوات المغطية المستخدمة كمثبتات للجسور ، وفي الأمكنة التي تتعرض إلى ضغوط قوية .
- النوع IV : في الهياكل المعدنية المصبوبة والأقواس اللسانية والحنكية والضمات المصبوبة.

ثانياً- الخلائط النبيلة: noble alloys

- تكون هذه الخلائط متوسطة الكثافة مما يجعل عملية صبها أكثر صعوبة من الخلائط عالية النبالة لكن هذه الكثافة تخفض من كلفة الترميم النهائي.
- كمية النحاس و الفضة تكون أكبر في هذه الخلائط مما يزيد من صلابتها و قوتها.
- مقاومة الاهتراء تكون تقريباً مساوية أو أقل من الخلائط عالية النبالة بسبب انخفاض كمية المعادن الثمينة ضمن الخليطة.



١- خليطة (البالاديوم –فضة):

- أدى التخفيض المتواصل لكمية الذهب في الخلائط الذهبية إلى تطوير خلائط البالاديوم – الفضة التي يمكن استعمالها بنجاح في التعويضات السنية الثابتة.
- وقد استخدم البالاديوم في هذه الخلائط عوضاً عن البلاتين بسبب انخفاض سعره ودرجة انصهاره وكثافته.
- يجب أن تتجاوز نسبة البالاديوم في هذه الخليطة نسبة ٥٠% وذلك لمقاومة الكمود .
- لون هذه الخليطة أبيض ومقاومتها للتأكسد عالية، ومن مساوئها المشكلة اللونية بسبب احتوائها على الفضة ، حيث أنه قد ينشأ تلون أخضر مصفر عند السطح الفاصل للمعدن والخزف اذا تجاوزت نسبة الفضة ١٠%.
- يفضل الإحماء بالتيار الكهربائي لدى صهر الخليطة (وذلك حتى لايحتبس الفضة غاز الأوكسجين وبالتالي تشكيل صبة مسامية).

٢- خليطة (البالاديوم –نحاس):

أنتجت عام ١٩٨٢م تحت اسم optiom لونها أبيض رمادي تركيبها ٧٥ - ٨٠ % بلاديوم و ٥ - ١٠ % نحاس و ٥ - ١٥ % قصدير و إنديوم ٥% وغاليوم ٢ - ١٠ % .

٣ - خليطة (بالاديوم - كوبالت):

طرحت في الأسواق عام ١٩٨٥م ، تركيبها ٨٨% بلاديوم ، ٤- ٥ % كوبالت وعناصر أخرى .

ثالثاً- خلائط المعادن الرخيصة: Base metal alloys

- تعتبر صلابة هذه الخلائط و قوتها الأعلى بين جميع الخلائط المستخدمة في طب الأسنان بسبب احتوائها على نسب عالية من المعادن غير الثمينة: نحاس ، تيتانيوم ، فضة .....
- بينما كثافة هذه الخلائط هي الأقل بين جميع أنواع الخلائط المستخدمة في طب الأسنان مما يجعلها الأصعب في عملية الصب والأقل كلفة بالنسبة للترميم النهائي.
- نسبة الاهتراء في هذه الخلائط تكون عالية لأن كمية المعادن الثمينة تكون قليلة وقد تصل إلى العدم.
- معظم الخلائط الرخيصة تستخدم من أجل التعويضات السنية الثابتة.

١- خليطة النيكل- كروم :

وهي من أكثر الخلائط المستخدمة في التعويضات الخزفيّة المعدنيّة تركيبها ٦٠ ـ ٨٢% نيكل /١٢ـ ٢٦% كروم ٠ ـ ١٠ % موليبدن ٠ـ ٣% سيليسيوم مع إضافات قليلة من الألمنيوم والتيتانيوم والغاليوم.

تمتاز هذه الخليطة بمواصفات فيزيائية وميكانيكية عالية مما يسمح باستخدامها لبناء جسور طويلة وتملك ارتباط قوي مع الخزف كما أنها رخيصة الثمن مع ناقليّة حرارية مقبولة.

يجد المخبريّون صعوبة في التعامل مع هذه الخليطة كونها تملك مقاومة خضوع٨٠٠ m/pa وقساوة عاليتين، كما أن بنيتها المجهرية معقدة والتي يمكن أن تتغير بتعريضها لدرجات حرارة أعلى من درجة حرارة انصهارها أثناء عملية صبّها أو عند صبّها مرات متعددة.

وهذا يؤثر على الخواص الفيزيائية والميكانيكية للخليطة لذلك يجب **صب الخليطة بأقل درجة ممكنة وبأقصر زمن وعدم صبها عدة مرات كي نتجنب حدوث تشوّه في عملية الصب.**

٢- خليطة كروم -كوبالت:

تركيبها ٥٠ - ٧٠ % كوبالت و ٢٠ - ٣٠ % كروم و٦% موليبدن إضافة إلى التيتانيوم والسيليسيوم والتنغسين.

وأكثر ما تستخدم في صناعة الصفائح الهيكليّة في التعويضات المتحركة ولكن يمكن استخدامها كبديل عن خليطة نيكل- كروم في بعض حالات التعويضات الثابتة الخزفية المعدنية خاصة لدى المرضى الذين يشكون من حالات تحسس تجاه النيكل.

٣- التيتانيوم أو خلائط التيتانيوم:

- التيتانيوم: هو معدن يتمتع بخواص فيزيائية وميكانيكية وكيميائية وحيوية عالية جداً مما جعله المعدن الأفضل للتطبيقات الطبية. هناك أربعة أصناف للتيتانيوم وذلك حسب درجة نقاوة المعدن.
- **صفات معدن التيتانيوم :**
  - قبول حيوي رائع (مما يسمح باستخدامه في زراعة الأسنان). Biocompatibility
  - ناقلية حرارية منخفضة . Low thermal conductivity
  - قابليته العالية للسحب . High ductility
  - ظلاليته للأشعة . Radio opacity
  - غير قابل للتآكل . Non corrosive

مشاكل تطبيق التيتانيوم في التعويضات الثابتة:

١) درجة انصهاره حوالي ١٧٢٠ درجة مئوية حيث يحتاج التيتانيوم إلى معدات خاصة وأفران خاصة.

٢) تغيرات حجمية هامة عند درجة حرارة حوالي ٨٨٢,٥ لذلك لا يتوافق مع الخزف التقليدي الذي درجة حرارة خبزه ٩٥٠ درجة مئوية ، لذلك تم تطوير الخزف منخفض الانصهار من أجل التيتانيوم.

٣) معامل التمدد الحراري له أقل من معامل التمدد الحراري للخزف التقليدي (مشكلة ارتباط معدن-خزف). حيث تم إضافة الفانديوم من أجل رفع هذا المعامل.

عوامل انتقاء الخليطة المعدنية السنية:

١) الخواص الفيزيائية والآلية:

- تؤثر في تطبيقها السريري والإجراءات الفنية للمخبر.
- إدراك الاعتبارات الفنية المرتبطة بالخليطة المختارة ،لابد من أن يمنع طبيب الأسنان من طلب أعمال مستحيلة من المخبر السني.

٢) مجال انصهار الخليطة:

- يفرض نموذج الانصهار نموذج الكاسي الواجب استخدامه لتصنيع الصبات.
- الكاسي الجبسي يستخدم لخلائط درجة انصهارها ١٠٠٠درجة مئوية.
- لمقاومة التشوه أثناء تزجيج الخزف ، تتطلب التعويضات المعدنية الخزفية خليطة ذات مجال انصهار يتجاوز ١١٤٨ درجة مئوية.

٣) معامل التمدد الحراري:

- هو التغير الخطي في الأبعاد الناجم عن تبدل درجة الحرارة .
- يصبح هذا العامل حاسماً في تقويم الخليطة المستخدمة في التعويضات المعدنية الخزفية.
- يجب أن يكون معامل الخليطة أعلى بقليل من معامل الخزف.
- عدم التوافق يؤدي إلى انكسار الخزف أو انفصاله عن القاعدة المعدنية.

٤) دقة الصب:

- الشرط الأكثر أهمية لكفاءة أي خليطة تستخدم في صناعة ترميمات مصبوبة للأسنان.
- لا قيمة للخواص الفيزيائية للخليطة إذا تعذر صب الخليطة بشكل مطابق للسن المحضرة.

٥) السهولة النسبية بالتعامل مع الترميم سريرياً وفي المخبر:

- بعض الخلائط تتطلب تجهيزات معقدة للصب واجراءات الإنهاء، وقد تشكل التكاليف والمساحة اللازمة للتجهيزات عاملاً مثبطاً للاستخدام .
- طبيب الأسنان الذي يستعمل الترميمات المعدنية الخزفية بشكل أساسي يعول أهمية أكبر على قساوة وصلابة الخليطة ، فالتواء القاعدة المعدنية أو عدم التوافق سيسبب انكسار الخزف .

٦) التقبل الحيوي:

- الحساسية تجاه المعادن وخصوصاً النبيلة ليست شائعة. فقط ورد ذكر النيكل كمعدن مثير للحساسية والتي تتراوح بين التهاب اللثة الموضعي والتهاب الغشاء المخاطي والتظاهرات الجهازية:

(مثل الشري والبثور).

- يمكن أن يكون النيكل عاملاً مسرطناً بسبب النسبة المتزايدة من الإصابات بسرطان الأنف والرئة بين عمال مناجم النيكل .
- خلائط النيكل – كروم تحتوي على عنصر البيريليوم الذي يكون ساماً ومسرطناً إذا استنشق بكميات كافية.

لذا يجب:

- ١- استخدام جهاز شفط وتصريف مناسب للغازات المستهلكة خلال عملية السحل للخلائط التي تحتوي النيكل والبيريليوم.
- ٢- التخلص من دخان البيريليوم المتصاعد عند صهر خلائط النيكل – كروم بعيداً عن المنطقة المحيطة بجو العمل.

٧) اللون:

- خلائط النيكل – كروم ، البالاديوم – فضة تكتسب لونا فضياً عند تلميعها ،لكنها تكون ذات لون رمادي داكن في حال صبها .
- قد يؤثر هذا اللون على لون الترميم المعدني الخزفي، إلا إذا طبقت سماكة كافية من الخزف الظليل.

٨) التكلفة:

- شكلت التكلفة أحد الحوافز الأساسية لتطوير خلائط تحتوي على القليل من المعادن النبيلة وأخرى خالية من الذهب.
- لكن الصلابة المرتفعة والكثافة المنخفضة لعدد كبير من هذه الخلائط يرجح أن لها اعتبارات أكثر أهمية عند اختيار الخليطة.