الفصل الثامن

الإسمنت الزجاجي الشاردي

Glass Ionomer Cement

٨-١ مقدمةIntroduction:

طور الإسمنت الزجاجي الشاردي من قبل Wilson وKent في عام ١٩٧٢ في بريطانيا، وأطلقت المنظمة العالمية للمقاييس عليه مصطلحAlumino silicate polyacrylic cement (ASPA)

إن الإسمنت الزجاجي الشاردي أساساً هو ملح تم تشكيله عن طريق التفاعل بين شوارد الكالسيوم والألومنيوم والفلور والسيليكات الزجاجية مع حمض البولي الكونيك، وقد أقر Wilson and Kent أن آلية تصلب هذه المواد كانت عبارة عن تفاعل حمض- أساس بين مسحوق الزجاج مع الحمض والذي أدى إلى تشكل ملح، وببساطة تجمع إسمنت ات الزجاج الشاردي اليوم بين سائل حمض البولي أكريليك ومسحوق إسمنت السيليكات مؤدية إلى تشكيل مادة تظهر أفضل الخصائص لكليهما، ولكن فترة الحفظ للسائل كانت قصيرة مما سبب مشكلة أساسية بسبب ظاهرة التغري (Gelatin)، وفي السنة التالية تم اكتشاف أن هذه الظاهرة كانت بسبب تشكل الروابط الهيدروجينية بين السلاسل، والتي يمكن منع حدوثها باستخدام عديدات التماثر المشتركة بين حمض الأكريليك وحمض الايتاكونيك.

تم اختبار أول إسمنت تجاري ألومينو سيليكات بولي أكريلات سريرياً من قبل طبيب أسنان بريطاني يدعىJohn Mclean حيث انتظر مدة ٢٠ دقيقة حتى تتصلب المادة، وإضافة إلى ذلك وبسبب الاحتواء العالي من الفلور، كان الإسمنت كتيماً بشكل كبير وكانت له صفات جمالية فقيرة ولكنها كانت البداية فقط، فبالرغم من نقاط ضعفه السريرية، إلا أن ترميمات ASPA كانت ثابتة بشكل جيد في آفات التآكل من الصنف V دون الحاجة للقيام بتحضير الحفر السنية، وطورMclean تقنيات سريرية للمادة وكان أول من أوضح حدوث مقاومة للنخر للحواف الميناائية حول ترميمات ASPA، واحتوت الأنواع الحديثة من ASPA على حمض الطرطريك (Tartaric acid) وبوليميرات مشتركة مركبة لحمض الإيتاكونيك والأكريليك التي أثبتت بأنها ثابتة في المحلول المائي بنسبة ٥٠%.

٨-٢ التركيب Composition:

يتكون الإسمنت التقليدي من مسحوق وسائل.

المسحوق: تتكون الإسمنتات الزجاجية الشاردية من زجاج سيليكات الألومينيوم مع الفلور القلوية والتي تتفاعل مع الحمض متعدد الأحماض لتشكل قالباً ملحياً ومائياً، وإن الجزيئات المالئة الغالبة هي زجاج سيليكات الألومينيوم والكالسيوم ولكن بعض المصنعين يستبدلون الكالسيوم بالسترونتيوم أو اللانثانيوم لزيادة الظلالية الشعاعية، حيث أن زيادة الظلالية الشعاعية تسهل على الممارس تمييز وجود النخور الناكسة تحت الترميم على الصورة الشعاعية، وتستخدم عدة أنواع من الزجاجيات ولكن الصيغة الأساسية هي: SiO_2-Al_2O_3-$Ca\ F_2$ حيث يخضع الزجاج أثناء التصنيع إلى معالجة حرارية تؤدي إلى تبدل سطح تفاعل المسحوق وحجم الجزيئات، حيث أن إنقاص حجم الجزيئات يحسن الخواص الفيزيائية المقدمة.

يحوي الإسمنت الزجاجي الشاردي جزيئات يصل حجمها حتى ٤٥ ميكرومتر وتم في المواد الحديثة إنقاصها حتى ١ – ١٥,٥ ميكرومتر، ويتواجد الفلور في المسحوق كما هو حال الكالسيوم والصوديوم، وفي البداية تمت إضافته كمادة مسيلة لتحسين إمكانية التطبيق، وإن تواجد شاردة الفلور يساهم في تشكيل جسيمات معقدة مع الشوارد المعدنية والتي تتحرر في السائل خلال تفاعل التصلب وتتشكل $Ca\ F^{+}$ و$Ca\ F^{+2}$ والتي تؤخر ارتباط الشوارد المعدنية الموجبة مع حمض البولي أكريليك لتشكيل بولي أكريلات الكالسيوم والألمينيوم، أو يرتبط مع زمر الكربوكسيل COO^{-} في سلسلة عديدات التماثر الثنائية، وهذا له تأثير مبطئ لتفاعل التصلب الأولي من خلال زيادة اللزوجة وبالتالي فإن زمن العمل سوف يزداد، ويشكل الفلور ٢٠% تقريباً من المسحوق الزجاجي النهائي، وعندما يمزج الإسمنت ويتصلب تتحرر الغالبية العظمى من الفلور من القوالب الملحية حديثة التشكل.

السائل: إن السوائل ذات الأوزان الجزيئية المرتفعة مرتكزة على عديدات التماثر المتجانسة لحمض البولي أكريليك أو على عديدات التماثر الثنائية لحمض الماليك أو الإتانوئيك، وطورت عديدات التماثر الثنائية لزيادة مدة تخزين السائل والتي كانت تميل لأن تصبح لزجة جداً وغير صالحة للاستخدام بعد مضي ٦ أشهر على التخزين، كما يمكن تحسين الخواص الفيزيائية للإسمنت الزجاجي الشاردي بزيادة الوزن الجزيئي وتراكيز الأحماض متعددة الألكينات، وعلى أية حال فإن الفوائد المرجوة من ذلك محدودة حيث أن الإسمنت يصبح لزجاً جداً بعد درجة معينة، وبعض الشركات المصنعة تخفف من هذا التأثير بتجفيف وتجميد الحمض وإضافته كمكون إلى المسحوق ليتم مزجه بالماء وحده أو إلى مزيج من الماء وحمض الطرطريك.

إن إضافة ٥-١٠% من حمض الطرطريك المنشط ضوئياً يحسن من خواص التعامل مع الإسمنت وذلك بتأخير تفاعل التصلب الأولي بشكل مشابه لآلية عمل الفلور ومن ثم ستؤمن تفاعلاً بدئياً سريعاً، وإن الفائدة السريرية من ذلك أنها تتيح للممارس فترة أطول لتطبيق الإسمنت في الحفرة وتطبيق المسندة عند الحاجة في حين أن تقصير طول المدة مطلوب للمادة لكي تتصلب، إضافة لذلك فإنها تزيد مقاومة انضغاط الإسمنت .

إن الماء مكون ضروري في الإسمنت الزجاجي الشاردي وهذا ما يميزه عن الغالبية العظمى من المواد السنية الترميمية والمرتكزة على عديدات التماثر وكارهات الماء، حيث أن ١١-٢٤% من تركيب الإسمنت الزجاجي الشاردي مكون من الماء بعضه غير محكم الارتباط وبعضه الآخر محكم الارتباط، ومن السهل خسارة الماء غير محكم الارتباط إذا ما انخفضت الرطوبة النسبية للوسط في الترميمات حديثة التطبيق تحت ٧٠% وهذا خطر سريرياً إذا ترك الإسمنت يجف حيث أن الماء ضعيف الارتباط سيفقد بسرعة بالتبخر مما يؤدي إلى تقلص شديد وهذا التقلص يدفع الإسمنت للتصدع مخفضاً الخواص الفيزيائية والجمالية للإسمنت ، ويحدث جفاف الإسمنت غالباً إذا ما تم عزله بوساطة الحاجز المطاطي أو تم إنهاؤه وصقله بالأدوات الدوارة دون التبريد بالماء، وإن الإسمنتات الزجاجية الشاردية ذات تفاعل التصلب البطيء معرضة لفقدان الماء لمدة قد تصل إلى ٦ أشهر، بينما المادة ذات التصلب الأسرع أقل عرضة لذلك بعد مضي أسبوعين، كما أن الإسمنت الزجاجي الشاردي قد يتخرب أيضاً إذا ما عرض وبشكل مفرط للماء بعد مزجه وتطبيقه.

إن شوارد الكالسيوم والألمينيوم الموجبة ضرورية لحدوث تفاعل التصلب وهي يمكن أن تنزع بوجود قدر مفرط من الماء والذي يتضارب مع تفاعل التصلب منتجاً إسمنتاً ضعيفاً غير تجميلي وذا سطح طبشوري، ولذلك فإن سطح الإسمنت حديث التطبيق يجب أن تتم حمايته من التخرب باللعاب أو المضامض الفموية، وتزال المسندة مباشرة مع وضع طبقة واقية من مادة سادة راتنجية منخفضة اللزوجة ذات أساس ميتاكريلي مصلبة ضوئياً على سطح هذا الإسمنت، ويمكن استخدام مواد أخرى لهذا الغرض مثل الكوبال، أو فرنيشات أخرى مناسبة ولكنها تميل لتصبح مسامية ونتيجة لذلك تصبح غير فعالة نسبياً.

٨-٣ الصفات العامة للإسمنت الزجاجي الشاردي:

١- جماليته مقبولة في الأسنان الأمامية إضافة إلى استخدامه كإسمنت مبطن.

٢- خواصه المضادة للنخور بسبب قدرته على إطلاق الفلور.

٣- الالتصاق الكيميائي مع الميناء والعاج.

٤- منسجم نسبياً وأقل تهييجاً للب مِن السيليكات.

٥- معامل التمدد الحراري مشابه للعاج.

٦- أبعاده مستقرة.

٧- عديم الذوبان في السوائل الفموية في درجة حرارة الفم.

٨- تحضير محافظ للسن.

٩- إمكانية إعادة الترميم والإصلاح بسهولة.

١٠- اللون الجيد ومدى الظلالية مقبولة مع شبه شفوفية متوفرة.

٨-٤ تصنيف الإسمنت الزجاجي الشاردي Classification of Glass:

٨-٤-١ التصنيف التقليدي Traditional classification:

النوع الأول (Type I) التقليدي: يستخدم كمادة إلصاق وتبطين.

خواصه:

a. الحجم جزيئي للمسحوقِ يصل لـ ١٥ ميكرونَ أَو أقل.

b. مُعَدَّلُ بإضافة co- monomer إلى حمض polyacrylic .

c . زمن العمل عادة من ٤ إلى ٨ دقائقِ.

d. ثخانة طبقة الإسمنت ٢٥ ميكرونُ أَو أقل.

e .بعد ٢٤ ساعةِ تُصبحُ عادة عديمة الذوبانَ.

النوع الثاني (Type II) المرمم Restorative : يستخدم كمادة مرممة ومبطنة، ويوجد نوعان منه:

- النوع الأول: إسمنت مرمم جمالي يستعمل غالباً في الأسنان الأمامية.
- النوع الثاني: الإسمنت المرمم المدعوم أو GIC معدل بالمعدن هو يُستَعملُ في الغالب للأسنانِ الخلفيةِ كمادّة مرممة وقاعدية لِذلك هو أيضاً يسمّى بـ GIC الخلفي، وهو **يصنف بشكل ثانوي:**

i. سبائك أملغمٍ خَلطتْ بالإسمنت، وبمعنى آخر Ag_Sn أو Ag_Pd خَلطتْ بالسبيكةِ الفضّيةِ.

ii. خليط معدن السيراميك مثالها هو cermets: مسحوق الزجاج ينصهر ويتماسك مع الجسيمات الفضية.

خصائص النوع الثاني من الصنف الثاني لـ GIC هي كما يلي:

١- أكثر مقاومة للتآكل كما هي أقوى وأكثر صرامة.

٢- تهيج لبي أقل.

٣- تحرير فلور أقل من النوع الأول.

٤- ضعف الناحية الجمالية بسبب اللون المعدني.

النوع الثالث (Type III) المصلب ضوئياً Light Cured Glass lonomer Cements: يتم استخدامه كتبطين وهو متوفر على شكل مسحوق وسائل.

١- **المسحوق:** يتكون من ايونات مرتشحة بالزجاج مع جزيئات أخرى مختلطة مع ألومينوسيليكات الزجاج.

٢- **السائل:** يضاف إلى السائل عوامل الارتباط بالعاج مثل HEMA (هيدروكسي إيثيل الميثاكريليت).

خصائص GIC III على النحو التالي:

١- الالتصاق أقوى مع الأسنان من GIC التقليدية.

٢- زيادة الشد بسبب وجود الراتنج.

٣- انخفاض الشفافية.

٤- انخفاض كبير في فقدان المياه وامتصاصه.

٥- انخفاض التكيف الحفافي وازدياد التسرب بسبب التقلص التصلبي.

النوع الرابع (Type IV) الراتنج الهجين Hybrid Resin: أو الإسمنت الزجاجي الشاردي المعدل يستخدم لبناء نواة الترميم، وهو تعديل الإسمنت بالمتماثرات الشاردية الزجاجية، ويتألف من:

١. المسحوق:

- تضاف لمكونات المسحوق عديدات التماثر لخفض التقلص الكلي ولتحسين القوة.

- لزيادة إطلاق الفلور يتم استبدال جزء من البودرة بسيليكات الزجاج في الراتنج المركب، فهو يتكون من 80% GIC و٢٠% من عنصر الراتنج المصلب بالضوء المرئي.

٢. السائل :

تضاف للسائل HEMA وغيرها من وحيدات التماثر لتحسين الإرتباط.

الخصائص:

١- يمتلك أعلى مقاومة للتآكل والكسور.

٢- الناحية الجمالية في الترميمات النهائية هي مماثلة لتلك الموجودة في الراتنج المركب وبالتالي يوصى بتطبيقها في ترميمات الصنف I ، II، V وVII مع تحضير محافظ للحفرة لتجنب مناطق التحميل الزائدة، وفي جميع أنواع حفر الأسنان اللبنية.

النوع الخامس(Type v) متعدد الأحماض Polyacid: الراتنج المركب المعدل أو إسمنت الراتنج الزجاجي الشاردي (الكومبومير) (CM):

modified resin composite OR glass ionomer resin composite (Compomer) (abbreviation CM).

تم تصنيعه لتحسين القوة البدائية الضعيفة والحساسية للرطوبة الموجودة فيGIC التقليدي والناتجة عن رد فعل التفاعل الحمضي الأساسي، ويتكون من:

١-**المسحوق:** يتكون من الزجاج المرتشح بالأيونات كما هو الحال في GIC التقليدي، ويتكون المبدئ من الضوء أو المعالجة الكيميائية أو كليهما كما في GIC الضوئي، GIC المعالج ثنائياً,Tricured GIC .

٢-**السائل:** يتكون من وحيدات التماثر ميثاكريلات مع مجموعات متعددة الكربوكسيل.

الخواص الميكانيكية هي متفوقة على تلك الموجودة في GIC التقليدية والمعدلة (RMGI) وفي نفس الوقت مساوية للمركبات المعتمدة على البوليمير.

٨-٤-٢ التصنيف حسب الاستخدام : Classification by use:

١- إسمنتات لصاقة زجاجية شاردية تستعمل كعوامل الصاق وهي ذاتية التصلب.

٢- الإسمنتات الزجاجية الشاردية التعويضية تستعمل للتعويض، والفارق الرئيس بين اللصاق والتعويضي أن التعويضي يتوفر بأنواع مختلفة من الظلالية وذلك بسبب احتوائه على مواد مالئة بشكل أكبر، وتتميز بثخانة أكبر وهي ذاتية التصلب.

٣- الإسمنت الزجاجي الشاردي المعدل بالمعدن: يستخدم للدرجات، وعندما يراد إعادة بناء السن ويطلق عليها أحياناً الخلائط المضافة وهي ذاتية التصلب.

٤- cermet ionomers: وهي عبارة عن مواد تحتوي جزيئات زجاجية مرتبطة بالمعدن، وكلا الشوارد الزجاجية المعدلة بالمعدن ولـ cermets لا يسببان تلون السن وهما ذاتيا التصلب.

٥- الإسمنت الزجاجي الشاردي المستعمل كمادة مبطنة، ويتميز بظلالية وسرعة تصلب حيث أنه يستعمل لتبطين العاج تحت ترميمات الأملغم والراتنج المركب وهو ضوئي التصلب.

٦- الإسمنت الزجاجي الشاردي المستعمل كدرجات تحت أنواع مختلفة من التعويضات، هذه المواد تكون عادة أكثر قوة وفي بعض الأحيان يكون اللب أكثر تقبلاً لهذه المواد من إسمنتات التبطين الأخرى، وعادة ما ينصح بإسمنتات الزجاج الشاردي كترميمات قاعدية في التعويضات المعرضة لجهود والتي تستدعي كمية كبيرة من هذه المادة وهي ذاتية التصلب.

٧- إسمنت الزجاج الشاردي كمادة سادة: يستعمل لختم الشقوق والوهاد وهو ذاتي التصلب.

٨- إسمنت الزجاج الشاردي المعدل بالراتنج: يكون إما ضوئياً أو ثنائي التصلب.

٨-٤-٣ التصنيف حسب صيغة الحمض المتعدد الممزوج سابقاً:

هناك ثلاثة أنواع الزجاج الشاردي وهي مائية، غير مائية، ونصف مائية.

المائية:

يتكون المكون السائل لهذه المادة من حمض البولي أكريليك، وهكذا تم تقديم الزجاج الشاردي لأول مرة، وهذه الإسمنتات لزجه جداً، تملك حموضة مبدئية أقل وهي نادراً ما تكون مترافقة مع حساسية سنية عند مقارنتها مع مواد مرممة أخرى.

المحاسن: حساسية لبية أقل (حموضة مبدئية أقل)، تصلب مبدئي أقل، انحلالية أقل.

المساوئ: أكثف ولذلك أصعب في استخدامها لتثبيت الترميمات المصبوبة، الانحلالية طويلة الأمد أكبر، نسبة المسحوق إلى السائل أقل (والذي يمكن أن يؤدي إلى خصائص فيزيائية أضعف)، ومدة التخزين أقل من المواد الأخرى.

اللامائية:

يخفف فيها حمض البولي أكريليك بالتجميد أو بالإخلاء ويضاف إلى مكون مسحوق الزجاج، ثم يمزج مع الماء أو حمض الطرطريك لإعادة تكوين حمض البولي أكريليك وهذا يعطي الإسمنت زمن تخزين أطول، ويكون المزيج الناتج أيضاً أرق ويمكن أن يمزج بنسب مسحوق إلى سائل أعلى والذي يمكن أن يحسن من الصفات الفيزيائية، ولكن لا يملك الإسمنت الناتج حموضه مبدئية أعلى ويترافق مع نسبة أعلى لحدوث حساسية تالية للترميم وتموت لبي، ويدعي بعض الممارسين عدم حدوث زيادة في الحساسية مع الصيغ اللامائية، وهذا يؤدي إلى استنتاج بأن تقنية التطبيق تؤثر في الأداء السريري للاسمنتات الزجاجية اللامائية.

المحاسن: أقل لزوجة مما يجعل تثبيت التيجان أسهل، يملك انحلالية أقل، يملك زمن تخزين محسن، وله نسب مسحوق سائل أعلى.

المساوئ: أقل تكيفاً مع اللب (أعلى حموضة)، تصلب بدئي أبطأ مع إمكانية متزايدة لحدوث فشل حفافي مبكر، ونسبة أعلى مترافقة مع حدوث تهيج لبي وتموت لبي.

النصف مائية:

تحتوي على حمض البولي أكريليك في كل من سائلها ومسحوقها، وهي عادةً تمتلك كمية متوسطة من حمض الطرطريك في سائلها وهي تمتلك لزوجة بين تلك التي تمتلكها الاسمنتات الزجاجية المائية واللامائية، وتملك حموضة مبدئية متوسطة، وهي مترافقة مع نسبة منخفضة إلى متوسطة من الحساسية اللبية.

المحاسن: حموضة مبدئية متوسطة وحساسية تالية متوسطة، ولزوجة متوسطة.

المساوئ: حموضة مبدئية أعلى من النظام المائي، يسمح بحدوث حساسية تالية أعلى، كما أنه أثخن بقليل من الإسمنتات اللامائية.

٨-٥ مزج الإسمنت الزجاجي الشاردي:

إن الإسمنت الزجاجي الشاردي متوفر للمزج اليدوي أو الآلي، ويتطلب النمط ذو المزج اليدوي معايرة المسحوق والسائل نموذجياً، فباستخدام ملعقة المسحوق وقطارة السائل يمزجان مع بعضهما على وسادة ورقية باستخدام سباتيول بلاستيكي، ويعتبر المزج اليدوي أقل تكلفة مقارنة بالإسمنت الممزوج آلياً والذي يتطلب مزجاً إضافياً وجهازاً للحقن، وعلى أية حال فإن الإسمنت الممزوج يدوياً يمتلك احتمالية الوقوع في خطأ نسبة السائل مع المسحوق ومثل هذا الخطأ يعدل الخواص الفيزيائية للإسمنت.

إن نسبة المسحوق والسائل معايرة بشكل دقيق في الإسمنتات الممزوجة آلياً من قبل الشركة المصنعة ومجهزة بكبسولات، وتفعل الكبسولات بالضغط محررة السائل ليصبح بتماس المسحوق ومن ثم توضع الكبسولات في الأملغميتر لتمزج بحركة خطية تذبذبية أو بجهاز rotary (Roto Mix 3M ESPS) لتمزج بتكرار نابذ ٢٩٥٠ rpm لمدة ٣ دقائق.

٨-٦ كيميائية التصلب:

يبدأ التفاعل الكيميائي عندما يضاف السائل إلى المسحوق وفق مبدأ (حمض-أساس) ويتم نفس هذا التفاعل في جميع أجيال الزجاج الشاردي، أما في الأجيال الهجينة فيتم تماثر المجموعات الوظيفية في الميتاكريلات إضافة إلى تفاعل حمض + أساس.

درس الباحثون عملية تصلب الزجاج الشاردي من خلال مجموعة من التقنيات كالأشعة تحت الحمراء وتقنية التحليل الدقيق بالمجهر الالكتروني وتقنيات دراسة التغيرات بالـ PH وتقنية التصوير الطبقي المحوري باستعمال CNMR، وأثبتت هذه الدراسات أن تفاعل الزجاج الشاردي هو عبارة عن تفاعل حمض + أساس، وبينت جميع هذه التقنيات أن تصلب الترميم يحدث عند تعديل الحموض المتعددة بوساطة الزجاج القلوي وتشكل عديد أكريلات معدنية، وهناك ثلاث مراحل لتصلب الإسمنت الزجاجي الشاردي وهي مرحلة الارتشاح الشاردي المباشرة (مباشرة بعد المزج)، والمرحلة الهلامية المائية (التصلب الأولي)، ومرحلة الهلام متعدد الأملاح (التصلب النهائي)، وحالما يتصلب الإسمنت يتألف من ثلاثة مكونات: قالب، مادة مالئة، وملح يربط المادة المالئة مع القالب.

٨-٦-١ مرحلة الارتشاح الشاردي Ion - leaching phase:

يحدث الارتشاح الشاردي عندما يندمج السائل مع المسحوق أولاً حيث تهاجم المحاليل المائية لعديدات التماثر المشتركة متعددة الأحماض ومسرعات حمض الطرطريك مسحوق

ألومينوفلوروسيليكات القابل لارتشاح الشوارد وتحل سطح الزجاج الخارجي، وتسبب شوارد الهيدروجين من الحمض المتعدد وحمض الطرطريك تحرر الهوابط المعدنية مثلCa^{+2} ، Al^{+3} من سطح مسحوق الزجاج، وتتفاعل مبدئياً مع شوارد الفلور لتشكل CaF2 ، ALF2 ومعقدات أكبر، ومع استمرار ازدياد الحموضة يتفكك CaF2 غير الثابت ويتفاعل عديد التماثر المشترك الأكريلي ليشكل معقداً أكثر ثباتاً، ويتم تحرر حرارة من ٣-٧ درجات وذلك بالاعتماد على نسبة المسحوق إلى السائل، حيث كلما كانت النسبة أعلى كان التفاعل أقوى وأكثر تحريراً للحرارة.

إن الهدف من المزج هو ترطيب المسحوق وليس التسبب بانحلال كامل لجزيئات الزجاج لأن دور هذه الجزيئات هو كدور المواد المالئة في الراتنج المركب حيث ترفع من خصائص الترميم الفيزيائية والميكانيكية وأدائه السريري وتمنحه قوة حقيقية، لذلك يجب الانتباه إلى عدم إطالة زمن المزج، وليس الهدف من ذلك هو المحافظة على الجزيئات الزجاجية فقط، وإنما الهدف أيضاً المحافظة على نسبة من جذور الهيدروكسيل الحرة التي ترتبط بالنسج السنية، ولذلك يجب إجراء المزج بسرعة وحذر إلى أن يتم اندخال المسحوق بالسائل لترطيب سطح الجزيئات الزجاجية والتوقف عن المزج في الوقت المناسب حسب تعليمات الشركة الصانعة.

المظهر في هذه المرحلة:

أثناء هذه المرحلة المبكرة يلتصق الزجاج الشاردي إلى بنية السن، ويظهر لامعاً أو براقاً بسبب القالب غير المتفاعل، ويجب أن يتم وضع المادة بشكل كامل في هذا الجزء المبكر من هذه المرحلة بسبب توفر الكمية العظمى من القالب متعدد الحمض الحر الذي يمكن من الالتصاق، وفي نهاية هذه المرحلة وعندما تفقد لمعانها يتفاعل القالب الحر مع الزجاج ويكون أقل قابلية للارتباط مع السن أو مع أي سطح آخر، لذلك يجب عدم التعامل مع الاسمنتات الزجاجية الشاردية حالما تفقد البريق الأولي.

٨-٦-٢ المرحلة الهلامية المائية: Hydrogel phase:

تؤدي المرحلة الهلامية المائية والتي تبدأ بعد المزج بـ ٥ إلى١٠ دقائق إلى حدوث التصلب الأولي، وأثناء هذه المرحلة يتم تحرير شوارد الكالسيوم إيجابياً بشكل أسرع وتتفاعل مع السلاسل عديدة الأيون (الصاعدة) (polyanionic) متعددة الحمض المائية المشحونة سلبياً لتشكل روابط معترضة شاردية، وتنقص المرحلة الهلامية المائية من حركة سلاسل عديدات التماثر المائية مؤدية إلى حدوث تغري مبدئي لقالب الاسمنت الزجاجي الشاردي، وأثناء هذه المرحلة يجب أن تتم حماية الاسمنت الزجاجي الشاردي من التعرض للرطوبة وللجفاف.

المظهر: يكون الزجاج الشاردي في هذه المرحلة قاسياً كاملاً، وينسب الكمود في هذه المرحلة إلى الاختلاف الكبير بين معامل انكسار الضوء العائد للمالئ الزجاجي والآخر العائد للقالب، ويعد هذا الكمود عابراً ويجب أن يزول أثناء تفاعل التصلب النهائي.

٨-٦-٣ مرحلة الهلام متعدد الأملاح: polysalt gel phase:

تحدث هذه المرحلة عندما تصل المادة إلى تصلبها النهائي، ويمكن أن تستمر لعدة شهور، وينضج القالب عندما تمتد شوارد الألمنيوم التي يتم تحريرها بشكل أكثر بطئاً من الهلام المائي متعدد الأملاح لتحيط بمالئات الزجاج غير المتفاعلة.

المظهر: يشابه الزجاج الشاردي في هذه المرحلة السن بشكل أكبر لأن معامل انكسار الضوء لهلام السيليكا المحيط بالمالئ الزجاجي يشابه القالب بشكل أكبر وهذا يقلل من تشتت الضوء ومن الكثافة.

كان يعتقد أن الألمنيوم لا يتدخل ضمن القالب الآخذ بالتصلب إلا بعد ٤٨ ساعة مما يزيد من صلابة هذا القالب، لكن Cook قام بفحص مكونات الإسمنتات المحضرة حديثاً عن طريق حلها بماءات البوتاسيوم ٣% ودراسة المحلول باستعمال تحليل طيف الامتصاص الالكتروني وبينت دراساته أن الألمنيوم نفسه يتدخل في تفاعل التصلب البدئي مثل الكالسيوم، أما كربوكسيلات الألمنيوم فهي بطيئة التشكل ويستغرق نضج تشكل أملاحها وتصلبها حوالي ٤٨ ساعة، وتحل عندها محل سلاسل الكالسيوم لتعطي هيكلاً متصلباً أفضل وأكثر قوة (لأن الروابط التصالبية الناتجة عن الألمنيوم قوية جداً)، كما بين كل من Halton , Brook من خلال استعمال المجهر الالكتروني وتحليل أشعة X أن القالب المتشكل لا يتكون من البولي أكريلات المعدنية فقط، وإنما يحتوي أيضاً على شبكة غير عضوية من السيلكون والمركبات الفوسفورية، ويعتقد كل من Nicoholson , Wasson أيضاً أن استقرار الإسمنت لا يعود إلى المواد العضوية فقط وإنما إلى المواد غير العضوية التي تقوم بعمل القالب وتأمين الاستقرار في البنية، وأنه قد يكون للهيكل غير العضوي الدور الأكبر في زيادة قوى الضغط مع الزمن ليتشكل بذلك إسمنت زجاجي شاردي ذو بنية أفضل.

دور الماء في عملية التصلب: يعتبر الماء العنصر الأكثر أهمية في تركيب سائل الإسمنت فهو يعمل كوسيط للتفاعل في البدء، ثم يقوم بهدرجة الشبكة ذات الروابط المتصالبة ببطء مما يزيد من قوة الإسمنت، ويمكن في بداية التفاعل الكيميائي إزالة الماء بالتجفيف، ولذلك فهو يدعى بالماء ضعيف الارتباط ومع استمرار التفاعل يقوم الماء بهدرجة القالب المتشكل ولا

يمكن عندها إزالته بالتجفيف ويدعى عندئذ بالماء قوي الارتباط، وتؤدي هذه الهدرجة إلى زيادة قوة الإسمنت.

يمكن لأي تعرض للماء من قبل الإسمنت في هذه المرحلة أن يؤدي إلى انحلال الشوارد المشكلة له في المنطقة المحيطة وبالتالي يصبح الإسمنت ضعيفاً، وكما ورد سابقاً تجب حماية الإسمنت المتصلب حديثاً من الحلمهة أو الإماهة لعدة أسابيع إن أمكن وذلك لمنع تشكل الصدوع والشقوق بسبب التجفاف أو انحلال الشوارد بسبب التعرض للماء، ويؤدي هذا العزل إلى تحول الماء ضعيف الارتباط إلى ماء قوي الارتباط مع مرور الزمن مما ينتج إسمنتاً قوياً وقليل الحساسية للماء، ولهذا السبب فالإسمنتات لا يمكن أن تؤدي دوراً سريرياً جيداً عندما تستخدم داخلياً في سن غير حي حيث يمكن أن يكون من غير المحتمل الحفاظ على رطوبة كافية.

تبقى الإسمنتات بطيئة التصلب معرضة لقبض الماء لمدة ٢٤ ساعة بعد التصلب، في حين تصبح الإسمنتات سريعة التصلب مقاومة لقبض الماء خلال ٥ دقائق من بداية المزج، أما بالنسبة لضياع الماء فالترميمات التجميلية بطيئة التصلب تبقى معرضة لضياع الماء لمدة قد تستمر ٦ أشهر أما سريعة التصلب فقد تستمر لمدة أسبوعين، لذلك أنتجت بعض الشركات مادة الفرنيش لحماية الترميمات ولكن ظهر أن سواغ هذا الفرنيش هو الإيتر الذي يمكن أن يتبخر وبالتالي يترك طبقة حاوية على مسام كثيرة تسمح بتبادل الماء لذلك اقترح أن يطبق على طبقتين بفاصل ٣٠ ثانية بين كل طبقة، وعموماً يجب أن نلاحظ أنه إذا كان عمر الترميم أقل من ٦ أشهر وتم تعريضه للجفاف والهواء لأكثر من عدة دقائق فالأفضل أن نقوم بحمايته بطبقة جديدة من الرابط، وعموماً معظم المعامل تعتقد أن ترميماتها التجميلية من الإسمنت الزجاجي الشاردي يمكن أن تلمع وتشذب خلال ١٠-١٥ دقيقة بعد التصلب ولكن هنا نكون قد ضحينا بالناحية التجميلية والشفافية لذلك لا نقوم بالتلميع النهائي إلا بعد يوم والأفضل بعد أسبوع إذا كانت الناحية التجميلية ضرورية لأن ضياع وقبض الماء خلال ٢٤ ساعة الأولى سوف يخفض الصفات الفيزيائية.

٨-٧ استخدامات الإسمنت الزجاجي الشاردي:

١- ترميم الآفات العنقية، حيث يعتبر GIC أفضل مادة ترميم في هذه الحالة حيث عادة ما يكون التثبيت الميكانيكي ضعيفاً في الحفر المحضرة، بينما يكون الالتصاق الكيميائي أساسياً للتثبيت فيها.

٢- ترميم آفات السحل والتآكل الكيميائي (Abrasion) مع أو بدون نخر، حيث يعتبر GIC أفضل مادة للترميم بسبب تأثيره المضاد للنخر وقدرته على تحمل تغير الانحناء في السن.

٣- ترميم آفات السحل الفيزيائي (Abfraction) والتي تحدث نتيجة القوى الإطباقية الشاذة وتسبب صدوعاً مجهرية أو صدوعاً مرئية (مرتبطة بالاهتراء بسبب السحل)، وتحدث هذه الآفات في المناطق العنقية أو في منطقة الملتقى المينائي الملاطي حيث تنحني الأسنان بفعل التحميل الإطباقي، وهو يسمى أيضاً بالتآكل مجهول السبب، ويتطور أحياناً في هذه الصدوع نخور، وإذا بقيت القوة النشطة فترة أطول فإن الشقوق تزداد طولاً وعمقاً.

٤- ترميم الحفر الصغيرة، حيث يستخدم GIC في ترميم الحفر الصغيرة غير المعرضة لقوى مضغ مرتفعة وخاصة عند المرضى الذين يعانون من استعداد عالٍ للنخر.

٥- ترميم حفر الصنف الثالث، حيث يستخدم الـ GIC المصلب ضوئياً لإعطاء أفضل النتائج التجميلية.

٦- تبطين الحفر تحت ترميمات الأملغم والراتنج المركب في حفر الصنف الثاني ولتثبيت ترميمات inlays والتيجان والترميم بتقنية الساندويش في حفر الصنفينII,III.

٧- إلصاق ترميماتinlays والتيجان والجسور وأجهزة التقويم وذلك بسبب ثخانته الرقيقة، وكونه مسكناً للب، ولقدرته على الإلصاق، وخصائصه المضادة للنخر.

٨-٨ مزايا الإسمنت الزجاجي الشاردي Advantages :

١- التصاق كيميائي بالميناء والعاج.

٢- يقارب جمالياً لون الأسنان.

٣- الوقاية من نخر الأسنان بسبب تحرير الفلور.

٤- الخصائص القاتلة والمبيدة للجراثيم.

٥- معامل تمدد حراري مشابه للعاج.

٦- غير مخرّش للب السني.

٧- محتوى فلوري قابل للتجدد.

٨- تفاعل قليل النشر للحرارة عند التصلب.

٨-٩ مساوئ الإسمنت الزجاجي الشاردي Disadvantages :

١- قابل للتعرض للتجفاف طيلة حياة الترميم.

٢- الحساسية تجاه الرطوبة عند وضع الترميم.

٣- مقاومة انسحال منخفضة.

٤- النواحي الجمالية عادية.

٥- مقاومة الشد أقل منها في الراتنجات المركبة.

٦- الحساسية تجاه الطريقة المستخدمة بما يتعلق بنسبة المسحوق إلى السائل.

٧- ثبات لوني أقل من الراتنجات.

٨- مضاد استطباب في حالات الصنف الرابع أو الترميمات المعرضة للجهود.

٨-١٠ خصائص الاسمنت الزجاجي الشاردي:

٨-١٠-١ الخواص الفيزيائية:

يكمن التحدي الرئيس للإسمنت الزجاجي الشاردي في الضعف النسبي في قوته وضعف مقاومته للسحل والاهتراء، حيث يتصف الإسمنت الزجاجي الشاردي التقليدي بانخفاض مقاومته للالتواء وارتفاع معامل المرونة، ولذلك فإنه شديد القصافة ويميل نحو الانكسار الكتلي،وقد تكون بعض أنماط الـ cermets أقوى من المواد التقليدية ولكن مقاومتها للانكسار تبقى منخفضة، ولقد ثبت بأن المواد المعدلة بالراتنج ذات مقاومة للالتواء والشد أكبر بشكل هام، وذات معامل مرونة أقل من المواد التقليدية، لذلك فإن هذه المواد أشد مقاومة للانكسار أما مقاومتها للاهتراء فليست بأفضل، كذلك تبقى صفات المقاومة أدنى من تلك التي تميز الراتنج المركب، لذلك يجب تجنب تعريضها لحمل إطباقي مفرط إلا إذا كانت بنية السن المحيطية تدعمها بشكل جيد، وبشكل عام تظهر الزجاجية الشاردية مقاومة شد أقل وخصائص اهتراء أعلى من كل من الأملغم أو الراتنج المركب، وتتنوع الاسمنتات الزجاجية الشاردية المعدلة بالراتنج بشكل كبير ولكن خصائصها تقع في المجال بين الراتنجات المركبة والاسمنتات الزجاجية الشاردية التقليدية.

٨-١٠-٢ الالتصاق:

يؤدي ارتباط المادة الترميمية مع بنية السن إلى ختم الحفرة وحماية اللب، والقضاء على النخر الثانوي، والوقاية من التسرب الحفافي، ويسمح ذلك أيضاً بالإبقاء على أشكال أكثر محافظة للحفرة كما يقوي ما تبقى من السن عبر دمج المادة الترميمية مع بقية السن، وإن أحد الخصائص الفريدة للإسمنت الزجاجي الشاردي التقليدي هي قدرته على الالتصاق بشكل دائم إلى الميناء والعاج، هذا ولم تتضح تماماً الآلية الدقيقة التي يرتبط فيها الإسمنت الزجاجي الشاردي مع بنية السن، ويعتقد أن الآلية الرئيسة للالتصاق هي حدوث تفاعل ذو طبيعة قطبية (مغناطيسية) يقوم ببناء روابط شاردية بين مجموعات الكربوكسيل المشحونة سلبياً في البوليمير وبين شوارد الكالسيوم ذات الشحنة الموجبة في الميناء والعاج، وبالمقابل يمكن أن تكون آلية الالتصاق هي حدوث تفاعل كيميائي للشوارد أو حدوث ارتباط ميكانيكي دقيق، ويمكن شرح كيميائية الالتصاق كما يلي: عند تطبيق الإسمنت على سطح السن يقوم الحمض الحر المتبقي بمهاجمة العاج والميناء مخترقاً سطح السن إلى العمق ويحرر الكالسيوم والفوسفات، وترتبط مجموعات الكربوكسيل الموجودة في الإسمنت اللاصق مع عاج وميناء السن، وتنتقل الشوارد المتحررة إلى المنطقة البينية بين المادة المرممة ونسج السن وتلتصق مع الإسمنت التصاقاً جيداً، وتكون قوى الشد هي الحلقة الضعيفة في هذا الإسمنت، وعند تطبيق قوى شد على الزجاج الشاردي يحدث الكسر أو الفشل ضمن المادة وليس في منطقة الارتباط.

أظهرت المقارنات بين إسمنت الزجاج الشاردي المعدل بالراتنج والمواد التقليدية أن مقاومة القص للإسمنت المعدل أقوى عموماً لكنها تبدي قوى ارتباط ضعيفة جداً مع العاج غير المكيف مقارنة مع المواد التقليدية، لذلك فإن التكييف يلعب دوراً أكبر في تحقيق ارتباط جيد مع إسمنت الزجاج الشاردي المعدل بالراتنج، إضافة إلى ذلك فإن تخريش سطح الميناء بحمض الفوسفور يرفع من قوة ارتباط المواد المعدلة بالراتنج إلى درجة قريبة من ارتباط الراتنج المركب مع الميناء المخرش، كما أنه من أجل تأمين التصاق قوي مع السن يجب تنظيف سطح السن من طبقة اللطاخة ومن فضلات التحضير وبقايا اللعاب والدم ويكون ذلك باستخدام حمض البولي أكريليك ١٠%.

٨-١٠-٣ الانطباق والتسرب الحفافي:

إن معامل التمدد الحراري للإسمنت الزجاجي الشاردي التقليدي قريب منه في أنسجة السن القاسية ويعتقد أن ذلك سبب هام للانطباق الحفافي الجيد في ترميمات الزجاج الشاردي.

على الرغم من أن مقاومة القص في منطقة الربط للإسمنت الزجاجي الشاردي أقل بكثير منها في عوامل الربط العاجية الحديثة، إلا أن ترميمات الزجاج الشاردي الموضوعة في الحفر العنقية تدوم بشكل كبير.

لقد أظهرت الدراسات أن إسمنت الزجاج الشاردي التقليدي أقل كفاءة في سد حواف الميناء مقارنة بالراتنج المركب، ولا يظهر نقص هام في التسرب عند الالتقاء مع الميناء والعاج في كافة إسمنتات الزجاج الشاردي المعدل بالراتنج مقارنة مع المواد التقليدية وقد يعزى ذلك جزئياً إلى ارتفاع معامل تمدده الحراري مقارنة مع المواد التقليدية.

٨-١٠-٤ تحرير الفلور:

إنه من المقبول عموماً أن الإسمنت الزجاجي الشاردي يساعد في الوقاية من النخور الثانوية، وعلى أية حال أظهرت دراسات نقدية أنه لا يوجد دليل قاطع على أو ضد كبح النخور الثانوية من قبل ترميمات الإسمنت الزجاجي الشاردي، حيث أشارت بعض الدراسات أن الإسمنت الزجاجي الشاردي يساعد فعلاً في منع تطور النخور الثانوية حول حواف الترميمات وبعضها لم يفعل.

يعطي الإسمنت الزجاجي الشاردي التقليدي تحريراً أولياً مفاجئاً للفلور يتراجع تدريجياً إلى درجة ثابتة، ولقد افترض أن التأثير المضاد للنخر للفلور المتحرر من الإسمنت الزجاجي الشاردي يحدث بسبب إعادة تمعدن الميناء والعاج المجاور مباشرة للترميم ويسبب إنقاص نوع وعدد الجراثيم المتبقية في أرض الحفرة أو اللويحة المتوضعة لاحقاً على سطح الترميم.

يفيد الفلور المرتشح من الترميم إلى وسط الفم في رفع مقاومة نسج السن للانحلال بالحمض، فعنصر الفلور يطرد جزئي الهيدروين من الهيدروكسي أباتيت ليحل محله ليتشكل فلور الأباتيت الأكثر مقاومة للانحلال، كما يساعد الفلور المرتشح على إعادة تمعدن سطوح السن المنخسفة الأملاح، وبما أن الفلور ليس جزءاً من مزيج الإسمنت فإن تحريره ليس مضراً بالصفات الفيزيائية للإسمنت حيث له عدة فوائد هي:

١- خواصه المضادة للجراثيم وبالتالي قلة توضع اللويحة.

٢- ندرة حدوث نكس النخر.

٣- ثبات اللون يكون في درجاته العليا.

يجب أن يكون محتوى الفلور أكثر ما يمكن في الإسمنت الزجاجي الشاردي ولكن دون أن يحدث تأثيرات سلبية على الخصائص الفيزيائية للمادة، كما يجب أن تكون كمية الفلور المحررة أعظمية دون أن يسبب تحررها انحلالاً أو فراغاً في الترميم، ولا يوجد تفاوت كبير في كمية الفلور المحرر باستمرار بين الأنماط التجارية للإسمنت الزجاجي الشاردي التقليدي بينما يتفاوت تحرر الفلور بين المنتجات التجارية المختلفة للمواد المعدلة بالراتنج ولكنها لاتقل عن المواد التقليدية، وعلى كل لم يتم حتى الآن تحديد كمية الفلور التي يجب أن تتحرر في الترميم لكي تنجح في تثبيط حدوث النخر.

٨-١٠-٥ إعادة شحن الإسمنت الزجاجي الشاردي:

يمكن لمعجون الأسنان الحاوي على الفلور ولمحاليل الفلور المعتدلة الموضعية أن تعيد تزويد الزجاجية الشاردية بالفلور، وإن إمكانية إعادة شحن الزجاج الشاردي تمت الاشارة لها بالتأثير الاحتياطي حيث يحرر الزجاج الشاردي الفلور من المخزون المحتوى في مالئ الزجاج الشاردي غير المتفاعل للقالب وحالما يتم استهلاك المخزون يمكن أن تتم إعادة شحنه وذلك بشكل نموذجي بالتطبيق الموضعي للفلور في الهلام أو الغسول أو معجون الأسنان، ولقد وجد الممارسون نجاحاً طويل الأمد في الاستخدام المتكرر لتطبيقات الفلور لإعادة شحن الفلور في ترميمات الزجاج الشاردي عند الأشخاص المعرضين للإصابة بالنخر بشكل كبير.

إن محتوى الزجاج الشاردي من الفلور أعلى بكثير من المحتوى الطبيعي للفلور ضمن السن، ومن خلال التبادل الشاردي تنتشر شوارد الفلور من المنطقة ذات التركيز العالي في الإسمنت إلى المنطقة ذات التركيز المنخفض في السن، وبهذه العملية يتحول قسم من الهيدروكسي أباتيت الموجود في السن إلى فلوروأباتيت، ومع مرور الوقت يصل محتوى السن والزجاج الشاردي من الفلور إلى التعادل، وبسبب المحتوى العالي من الفلور غالباً ما يبقى سطح السن تحت الزجاج الشاردي خالياً من النخر لمدة حياة الترميم.

يحرر الزجاج الشاردي الفلور إلى اللعاب عند سطح السن ولأن التعادل بين الفلور الموجود في سطح الإسمنت الزجاجي الشاردي والسوائل الفموية غير ممكن الحدوث فإن معظم كمية الفلور تتحرر من سطح الاسمنت إلى السوائل الفموية، وفقط قسم من كمية هذا الفلور تكون متواجدة محيطياً بمسافة ١-٣ مم حول الترميم، وهذا يعني أن تثبيط النخر المحرض بالفلور عند حواف الترميم يتناقص مع الوقت، ولهذا أهمية خاصة بالنسبة للأشخاص الذين لديهم قابلية عالية للإصابة بالنخور مثل الأشخاص المسنين والمرضى الذين خضعوا للمعالجة الشعاعية.

٨-١٠-٦ التوافق الحيوي:

بينت الدراسات النسيجية أن الإسمنت الزجاجي الشاردي مقبول حيوياً فهو يحرض على حدوث ارتكاس لبي أشد من أكسيد الزنك والأوجينول ولكن أقل شدة من فوسفات الزنك وذلك لأن الحموض المتعددة هي حموض ضعيفة نسبياً، وتؤثر نسبة المسحوق إلى السائل في درجة الحموضة وفي المدة التي يبقى فيها PH الوسط منخفضاً، هذا ويعتبر الإسمنت الزجاجي الشاردي المستخدم للإلصاق أكثر خطورة من ذلك المستخدم للترميم في هذا الخصوص، وذلك لأنه يسبب ارتكاساً لبياً أشد (بسبب انخفاض نسبة المسحوق إلى السائل) ولكون تفاعل التصلب أبطأ، وعلى الرغم من ذلك فمن الأفضل عند استعمال أي من أنماط الإسمنت الزجاجي الشاردي أن نضع طبقة رقيقة من ماءات الكالسيوم في مناطق التحضير التي يقل قربها عن اللب عن ٠,٥ مم، وذلك لأن درجة حموضة الزجاج الشاردي المتفاعل تكون (PH=1) ، ثم ترتفع أثناء التفاعل الأولي إلى (PH=4-5) تصبح بعد التفاعل النهائي (PH=6,7-7).

٨-١٠-٧ التلميع:

يفيد إجراء التلميع في إنتاج سطح ناعم ويعمل على تخفيض الشقوق التي تظهر بسبب الإنهاء، وبالنسبة للترميمات التجميلية وبسبب التصلب البطيء لا نحاول التلميع والإنهاء إلا بعد ٢٤ ساعة على الأقل حيث يجري الإنهاء بوساطة رأس ماسي تحت إرذاذ مائي ودوران ٢٠٠٠٠/min، ويتم بعد ذلك إعادة تنعيم السطح مع رأس مطاطي بسرعة ٥٠٠٠/min مع إرذاذ ماء+هواء، ثم يتم بعد ذلك الإنهاء بأقراص التلميع بسرعة ٣٠٠٠/min مع إرذاذ ماء+هواء، أما بالنسبة للترميمات المقواة وبسبب التصلب السريع لها فيمكن إنهاؤها وتلميعها بعد ٦ دقائق من بدء المزج حيث يكون الإنهاء بوساطة رأس ماسي تحت إرذاذ تيار ماء+هواء وسرعة دوران ٢٠٠٠/min، ثم نستخدم بعد ذلك التلميع برأس مطاطي بدوران ٥٠٠٠/min تحت تيار ماء+هواء.

٨-١٠-٨ الناحية التجميلية:

إن إسمنتات الزجاج الشاردي التقليدية هي مواد ذات لون يشبه لون السن ومتوفرة بدرجات مختلفة من الطيف بالرغم من أن إضافة الراتنج إلى المواد المعدلة قد حسن أيضاً من شفافيتها ولكنها تبقى إلى حد ما كامدة وليست بجمالية الراتنج المركب، إضافة إلى ذلك فإن إنهاء السطح عادة ما يكون ليس بنفس الجودة،ولقد ذكر أن لون المواد المعدلة بالراتنج يتغير وفقاً لأساليب

الإنهاء والتلميع المستخدمة، إضافة إلى ذلك فقد يحدث تغير في لون الجسم أو تلطخ السطح بسبب وجود وحيدات التماثر الكارهة للماء والتماثر غير الكامل.

٨-١١ الترميم بالإسمنت الزجاجي الشاردي:

للإسمنتات الزجاجية الشاردية العديد من الاستخدامات السريرية، وتظهر الدراسات السريرية أنها تساهم في تشكيل أفضل الترميمات لآفات الصنف V ، ولآفات الصنف II المتضمنة للحواف العاجية، ولإصلاح حواف التيجان، ولنخور الجذر، ولكنها تعد غير مستطبة للترميمات المعرضة للجهود، وتتطلب المواد ذات التصلب الضوئي وضعها على شكل طبقات، بينما يتم وضع المواد ذاتية التصلب على شكل كتلة كاملة ولكنها تأخذ وقتاً أطول حتى تتصلب (٢-٥ دقائق)، **ويتطلب تطبيق هذه المواد ثلاث خطوات:**

أولاً-تكييف السن:

إن تأمين سطوح نظيفة هام جداً لنجاح الالتصاق، ويتم ذلك بوساطة الفرشاة ومسحوق الخفان لإزالة طبقة اللطاخة المتشكلة أثناء تحضير الحفرة، ويمكن تطبيق بعض الحموض العضوية كحمض البولي أكريليك لإزالة طبقة اللطاخة ولكنه يترك سدادات الأنابيب العاجية في مكانها، وتعوق هذه السدادات نفوذ مكونات الإسمنت وبالتالي يؤثر على الضغط الحركي المائي للسوائل ضمن العاج.

إن إحدى الطرق الفعالة لإزالة طبقة اللطاخة هي تطبيق محلول حمض البولي أكريليك بتركيز ١٠% على السطح لمدة ١٠-١٥ ثانية، يليها الغسل بالماء لمدة ٣٠ ثانية، وتسمى عملية إزالة طبقة اللطاخة بالتكييف، وفي حال ترميم المناطق المتآكلة دون تحضير الحفرة، يجري تكييف العاج والملاط أولاً بمسحوق الخفان لإزالة السطح الغني بالفلور الذي قد يعوق عملية تكييف السطح، ثم يتم تكييف السطح بحمض البولي أكريليك لمدة خمس ثوان أو أكثر، وبعد التكييف وغسل المنطقة المحضرة، يتم تجفيف السطح بلطف ويحافظ على نظافته لحمايته من التلوث باللعاب أو الدم الذي قد يضعف الارتباط.

ثانياً-تهيئة الإسمنت:

يمكن استعمال لوحة زجاجية جافة وباردة لإبطاء تفاعل التصلب وإطالة زمن العمل، ولكنه من الهام تجنب استعمال اللوحة الزجاجية إذا ما كانت حرارتها تحت نقطة الندى، أي

كانت حرارتها تؤهب على تكثف الرطوبة مما قد يغير من التوازن المائي- الحامضي الضروري لتحقيق تفاعل كيميائي سليم، ويتم مزج المسحوق مع السائل بسرعة باستعمال أداة مزج (سباتول) قاسية ولا يتجاوز زمن المزج ٤٥-٦٠ ثانية.

ثالثاً-تطبيق الإسمنت:

يطبق الإسمنت الممزوج مباشرة بعد المزج بواسطة أداة بلاستيكية أو محقنة حسب المنتج التجاري المستخدم، وتطبق المسندة مباشرة بعد التطبيق وذلك لكي تعطي سطح المادة المرممة الشكل المناسب وتقلل من الحاجة إلى الإنهاء، ولكي تحمي الإسمنت من اكتساب أو فقدان الماء أثناء عملية التصلب الأولية، وبعد انقضاء خمس دقائق على تطبيق المسندة ترفع ويطبق الفرنيش العازل مباشرة، ثم يزال الزائد من الإسمنت من الحواف، ويعاد تطبيق الفرنيش ولا يعاد تجفيفه بواسطة الهواء المضغوط لأن ذلك يؤدي إلى انزياحه وإلى تعريضه للجفاف وبالتالي حدوث الصدوع لذلك يفضل تطبيق مادة الربط الراتنجية غير المملوءة ضوئية التصلب، وتعتبر هذه المادة غطاءً كتيماً، ويفضل إزالة الزائد من الترميم بالأدوات اليدوية أكثر من الأدوات الدوارة لتجنب خدش الترميم الذي يكون طرياً.

٨-١١-١ الإسمنت الزجاجي الشاردي كمادة سادة للوهاد والميازيب:

تعتبر الخاصية المضادة للنخر للمواد المرممة مفضلة لدى المرضى ذوي الاستعداد الكبير لتطور النخر، وبالتالي تعتبر مادة الزجاج الشاردي مادة مرشحة للاستخدام كمادة سادة، ومن مميزات الزجاج الشاردي كمادة سادة ارتباطه بنسج السن وتحريره للفلور ومنع حدوث النخر، وبما أن لزوجة الزجاج الشاردي التقليدي تمنع نفوذه في عمق الميزاب، لذلك تم تطوير أنواع من الزجاج الشاردي المصلبة ضوئياً ذات لزوجة أقل، وقد أظهرت الدراسات أن نسبة ثبات المواد السادة الشاردية تكون ضعيفة بعد سنة، ولكن لم تشاهد أية علامة لوجود النخور رغم بقاء أجزاء صغيرة جداً من المادة ضمن الميزاب.

٨-١١-٢ الإسمنت الزجاجي الشاردي كمادة حاشية للأقنية الجذرية:

استخدم الإسمنت الزجاجي الشاردي في المعالجات اللبية لختم أقنية الجذر بالاتجاه العادي أو بالاتجاه الراجع، ولختم حجرة اللب، ولإصلاح أو ترميم الانثقابات، وبشكل نادر لمعالجة كسور الأسنان العمودية، وتشترك هذه التطبيقات في أساسها المنطقي مع التطبيق الأكثر شيوعاً للإسمنت الزجاجي الشاردي في المعالجة اللبية وذلك لقابليته للارتباط بالعاج مما

يساعد على تقوية السن، وتقبله الحيوي الجيد مما يقلل من تخريش الأنسجة حول الذروية، وتحريره للفلور مما يعطيه تأثيراً مضاداً للجراثيم ليقاوم انتانات القناة الجذرية.

٨-١٢ الإسمنتات الزجاجية الشاردية المعدلة بالراتنج (RMGI):

Resin - Modified Glass Ionomers

أول ما تم تصنيع الإسمنت الزجاجي الشاردي المعدل بالراتنج في أواخر الثمانينات ومن جديد كان الهدف الحفاظ على خواص الإسمنت الزجاجي الشاردي التقليدي مع تحسين مقاومة الانضغاط والالتواء ومقاومة الانكسار والتعامل السريري، بالإضافة إلى إعطاء هذه المواد درجة من التحكم بالتصلب عبر التماثر الضوئي وإمكانية تشكيلها وإنهائها في نفس الجلسة التي تطبق فيها، وتم تحقيق ذلك بإضافة (HEMA) ٢-هيدروكسي إيتيل ميتاكريلات بنسبة ٥-٧% إلى المادة وهذا قد يكون إما تفاعلاً بسيطاً مشكلاً قالباً من بوليميرات ضوئية (HEMA) ممتزجة مع قالب بولي أكريلات الكالسيوم والألمينيوم بتفاعل حمض- أساس أو مع مجموعات عديدات التماثر الضوئية المتوضعة على سلاسل الحمض المتعدد.

إن تحول (HEMA) إلى بولي (HEMA) يكون عادة مفعلاً ضوئياً بواسطة الكامفركينون، وإن تعاقب تفاعل التصلب الكيميائي حمض – أساس مع تفاعل التماثر الضوئي يضمن أن المادة قد تصلبت بشكل كامل حتى في المناطق التي لا يستطيع الضوء اختراقها بشكل كامل.

المساوئ:

١- يحوي الإسمنت الزجاجي الشاردي المعدل بالراتنج على HEMA والذي يزيد من تعرض الطبيب والمريض وأفراد الطاقم الطبي إلى رد فعل تحسسي.

٢- الـ HEMA محبة للماء بشدة وتمتص الماء مما يؤدي إلى حدوث تمدد، وهذا قد يؤدي تحت ظروف سريرية معينة على سبيل المثال عند استخدامها كإسمنت لاصق للتيجان الخزفية الكاملة إلى تصدعات في الترميم.

٣- يجب أن يتم التشذيب والتلميع تحت التبريد بالماء لتجنب التجفاف والتقلص الشديد في الإسمنت.

٤- التركيبات القديمة من الإسمنت الزجاجي الشاردي المعدل بالراتنج تتلون خاصة عند المرضى ذوي العناية الفموية المنخفضة.

٨-١٣ الإسمنت الزجاجي الشاردي المعدل بالمعدن:

Metal Modified Glass Ionomer Cement

في عام ١٩٥٧ نشرت مقالة حول استخدام ترميم مؤلف من مسحوق الأملغم ممزوج مع إسمنت فوسفات الزنك للتغطية اللبية، وفي عام ١٩٦٢ تبين أن إضافة خليطة الأملغم لإسمنت فوسفات الزنك أدى إلى تحسين قوة الشد والانحلالية والاهتراء بالمقارنة مع استخدام إسمنت فوسفات الزنك بمفرده.

في بداية الثمانينات وقبل ظهور الإسمنتات الزجاجية الظليلة على الأشعة مزجت مساحيق من الإسمنت الزجاجي الشافة على الأشعة مع مساحيق الأملغم لإنتاج خلائط الإسمنت الزجاجي المعدني **Cermets** والتي كانت ظليلة على الأشعة مع الحفاظ على العديد من الخصائص المستحسنة للإسمنت ات الزجاجية، وبشكل عام تم القيام بذلك بمزج مسحوق الأملغم (بنسبة ١٢ إلى ١٤% حجماً) مع مسحوق ترميم الإسمنت الزجاجي، ودعيت تلك الترميمات بالخلائط (**admixtures**)، وفي الولايات المتحدة دعا بعض الممارسين هذا التركيب (المزيج العجيب) وجعلوا تلك الخلائط منتشرة الاستخدام لبناء القلوب، وكمواد قاعدية، ومواد حشو راجع، ومواد سادة لبية ومواد لإصلاح التيجان، وأشارت بعض الدراسات إلى أن إضافة مسحوق الخليطة إلى إسمنت الزجاج الشردي يحسن القوة الضاغطة، والقوة الشادة، وقوة الارتباط إلى الأسنان، بينما تكمن السيئة الأساسية لمزيج الإسمنت الزجاجي المعدني في الحصول على مزيج متجانس من الفضة والزجاج ضمن الترميم، إضافة لذلك لا ترتبط الجزيئات المعدنية بشكل جيد إلى المادة المتصلبة مما ينتج عنه زيادة الإهتراء لأن الجزيئات المعدنية والتي تكون ضعيفة الارتباط تقتلع من السطح، كما نشأت هناك مشاكل سريرية ناتجة عن التلوث بالرطوبة أثناء التصلب، وتعد خلائط الإسمنت الزجاجي المعدني غير مستطبة للترميمات الخلفية الكبيرة في أسنان البالغين لأن تلك الترميمات تخضع لاهتراء شديد وكسور ناتجة عن الإجهاد.

٨-١٤ الاسمنت الزجاجي الشاردي الخزفي المعدني:

Ceramic-Metal Glass Ionomer

تم تقديم أول إسمنت زجاجي يحوي (خزف + معدن) في عام ١٩٨٧، وتم تطوير هذه الإسمنتات المملوءة بمركبات الزجاج والمعدن بهدف تحسين الرابطة بين المادة المالئة المعدنية ومسحوق الإسمنت الزجاجي وإنتاج مادة ذات خصائص إهتراء أفضل، فتم استخدام غلاف

مشرب بالفضة حول مسحوق زجاج ألومينو سيليكات لخفض معامل الاحتكاك، وبالتالي تحسين مقاومة الانسحال بشكل ملحوظ، ويتم تحضير الـ Cermet بتلبيد الكريات المضغوطة (بدرجة حرارة ٨٠٠) مصنوعة من مزيج من مساحيق المعدن الدقيق ومالئات الزجاج القابلة لارتشاح الشوارد ثم تسحق المعادن الملبدة وGlass Frit إلى مادة مالئة دقيقة، والذي ينتج عنه جزيئات معدنية خزفية من معادن مدموجة وزجاج مسحوق، وينتج عن الرابطة بين هذه المعادن وجزيئات الخزف ختم مشابه لذلك الحادث مع ترميمات المعدن المدموج مع الخزف، ويمكن للجزيئات المالئة من المعدن المدموج مع الزجاج الناتجة أن تتفاعل مع عديدات التماثر المشتركة متعددة الحمض لتشكل ترميم شاردي، وإن المعادن المناسبة بشكل أكبر لهذه الإسمنتات (Cermet) هي الذهب والفضة، ويبلغ محتوى المادة من الفضة ٥٠% في المسحوق و٤٠% في المادة المتصلبة، إضافة لذلك يضاف ثاني أكسيد التيتانيوم بنسبة٥% وزناً لتحسين اللون، ولكن الفضة تلون بنية السن المجاور وهذا ما يخلق مشكلة سريرية أساسية، وينتج هذا التلون من هجرة طبقة جزيئات الفضة الحرة الحساسة للضوء إلى خارج المادة لتخترق بنية السن المحيطية، وبعد فترة من الزمن تشكل جزيئات الفضة أكسيد الفضة الذي يؤدي إلى اسوداد بنية السن، وهذا التصبغ لاعضوي ولا يمكن أن تتم إزالته بالتبييض، وفي الأسنان الأمامية يمكن أن يكون هذا التصبغ شديداً جداً يتطلب ترميماً كامل التغطية، ولقد استخدم الـ cermets الفضي أيضاً كمادة لبناء القلوب، لكن غالباً ما فشل في المناطق غير المتحملة للجهود بسبب مقاومته المنخفضة للانكسار، حيث يجب أن تدخر هذه المواد للترميمات غير المتحملة للجهود في الأسنان الخلفية التي سيتم ترميمها بترميمات كاملة التغطية، وتمتلك هذه المواد صفاتاً جمالية سيئة عندما تستخدم لبناء الأسنان قبل القيام بترميم جزئي التغطية بسبب عتامة المادة بشكل مشابه للأملغم مما يسبب انخفاض في قيمة اللون بشكل كبير،وتم تصنيع إسمنتات (cermet) الذهبية، لكن ثمنها المرتفع جعلها غير قابلة للتسويق، كما كان أداؤها مشابهاً سريرياً لـ (cermet) الفضية، ماعدا أنها لم تؤدِ إلى تصبغ السن وبدلاً من ذلك كانت مشابهة لرقاقة الذهب.