الفصل السابع

الراتنج المركب

Composite

٧-١ مقدمة:

تم اخترع الـــ Epoxy Resin في عام ١٩٣٨ والذي عدّ أساس أنواع الراتنج المركب الحالية، كما قدمت في بريطانيا في عام ١٩٤٨ تقنية الترميم على طبقات باستعمال الراتنج الإكريلي المتصلب ذاتياً، بينما تم تصنيع المواد الاكريلية المملوءة بذرات من سيليكات الألومنيوم الزجاجية في عام ١٩٥٠، ومن ثم أحيطت هذه السيليكات الزجاجية بعديدات التماثر، وبالرغم من أن هذا الإجراء قد حسن من الخواص الفيزيائية للمادة إلا أن التعامل معها بقي صعباً.

تم تركيب أول راتنج على يد Raphael Bowen في عام ١٩٦٢ وهو دي ميثاكريلات البروبان وعرف باسم BIS ـ GMA وهو عبارة عن تفاعل البيسفينول A مع الغليسيدال ميثاكريلات، ويستعمل BIS ـ GMA في الأنظمة المتصلبة ذاتياً فقط على شكل بودرة ــ سائل، أو معجون ــ معجون، وفي عام ١٩٧٢ تم تقديم الراتنج المتصلب بالأشعة فوق البنفسجية UV، وقد أعطى هذا الراتنج للممارسين فترة عمل كافية تمتد إلى أن يتم تصليب المادة بالأشعة وفق رغبة الطبيب.

تم تصنيع أول راتنج مركب متصلب ضوئياً من قبل Michel Boonocore عام ١٩٧٠، وقد ساعد هذا الراتنج المركب على انتشار تطبيق الترميمات التجميلية والتغلب على مشاكل الراتنج المتصلب بالأشعة فوق البنفسجية، كما قدم العالمان Walker و Foster في عام ١٩٧٤ راتنج ثنائي الوظيفة (يوريثان دي ميثا كريلات) (ثنائي الوظيفة أي أن هذه الجزيئات لديها سلسلتان منفصلتان من سلاسل التبلمر)، يتمتع هذا الراتنج بلزوجة منخفضة ساعدت في زيادة كمية المواد المالئة فيه من دون الحاجة إلى إضافة وحيدات التماثر منخفضة الوزن، إلا أن هذا الراتنج قد عانى من قصافة شديدة ومن تقلص تصلبي أكبر من التقلص الموجود في الـــ BIS – GMA، وقد استمر الراتنج المركب بالتطور على مدى الأعوام اللاحقة إلا أنه بقي مشابهاً في تركيبه الأصلي للراتنج الأول المصنع من قبل Bowen وبهذا دخلت الكثير من

التطورات على القالب الراتنجي وعلى الذرات المالئة حيث تم التقليل من حجم الذرات المالئة والتغيير من شكلها وتوزعها وذلك لتحسين الخواص الفيزيائية للمادة، ومن التطورات التي أدخلت على الراتنج المركب استخدامه في الترميمات الخلفية والأمامية، وتطوير ارتباطه مع الميناء والعاج والملاط والترميمات القديمة والخزف والمعادن، كما تم تطوير الراتنج المركب لاستخدامه في الترميمات الخلفية غير المباشرة والتي يتم تصنيعها مخبرياً حيث أصبح بالإمكان الحصول على حواف متمادية ومثالية وذلك في ترميمات الراتنج المركب الحالية وذلك لتحسن الخواص السطحية للمادة المرممة وخاصة مقاومة الاهتراء.

٧-٢ تركيب الراتنج المركب Composition

يتركب الراتنج المركب من أربعة مكونات رئيسة:

١- القالب الراتنجي (دي ميثا كريلات).

٢- الذرات المالئة.

٣- العنصر المزاوج (الذي يربط القالب الراتنجي بالذرات المالئة مثل السيلان).

٤- العوامل المبدئة (التي تتفاعل إما كيميائياً أو بوساطة الضوء المرئي).

يضاف إلى العناصر السابقة مادة منخفضة اللزوجة لتأمين مرونة أفضل وقصافة أقل.

٧-٢-١ القالب الراتنجي:

معظم أنواع الراتنج المركب تكون ذات أساس من Bisphenol-A-glycidyl methacrylate (BIS-GMA) أو Urethane dimethacrylate (UDMA)، وإن الأنواع الأخرى المستخدمة لتعديل اللزوجة وخصائص التطبيق تتضمن:

الـ Triethylene glycol dimethacrylate (TEGDMA)

والـ Bisphenol-A-glycidyl diether methacrylate

٧-٢-٢ الجزيئات الزجاجية المالئة:

تستخدم أنواع مختلفة من الجزيئات المالئة بما في ذلك زجاج السيليكون، وأكسيد الألومنيوم، والباريوم، وأكسيد الزيركون، والبوروسيليكات، وسيليكات ألومنيوم الباريوم، وكلما ازدادت كمية الجزيئات المالئة ارتفعت الخصائص الميكانيكية والفيزيائية للمادة لتصل إلى

أعلى مستوى وعندها تصبح المادة لزجة جداً أثناء الاستخدام السريري، وتعطي الجزيئات المالئة زيادة في مقاومة الاهتراء، وزيادة في الصلابة، وزيادة الشفافية، وإنقاص التقلص التصلبي، وإنقاص معامل التمدد الحراري.

تم تصنيف الراتنج المركب بحسب حجم ونسبة الجزيئات المالئة كما في الجدول ٧-١

Classification	Range of particle sizes (μm)	Filler (% by volume)
Hybrid	0.04–3.0	60–70
Microfill	0.04–0.2	32–50
Condensable (packable)	0.04, 0.2–20	59–80
Flowable	0.04, 0.2–3.0	42–62
Nanohybrid (nanocomposite)	0.002–0.075	68–78.5

الجدول (١-١) يبين حجم ونسبة المادة المالئة

٧-٢-٢-١ طرائق تصنيع الذرات المالئة: Methods of fabricating fillers

يتم الحصول على الذرات التي يزيد حجمها على 0.1 ميكرون بطحن الجزيئات الكبيرة من الزجاج أو الكوارتز، وأحياناً بترسيب (تكثيف) البلورات خارج محلولٍ ما، وتعد عملية طحن ذرات الزجاج أهم الإجراءات المستعملة وأكثرها تعقيداً للحصول على راتنج مركب الـ Macrofill، ومن جهة أخرى أدى الحصول على ذرات فائقة النعومة إلى تحسين خواص الراتنج المركب من حيث المتانة وقابلية التلميع.

١-الطحن(السحن) Mill Grinding:

وهي من الطرائق التقليدية في طحن الزجاج، ويتم فيها تكسير الذرات بين سطحين أكثر قساوة مما يعطي جزيئاتٍ ذات حوافٍ حادة، ومن مساؤى هذه الطريقة انعدام نقاء الذرات الناجم عن الدواليب المستخدمة في السحن حيث لا يمكن إزالة تلك الانـدخالات مما يدمر الناحية الجمالية للراتنج المركب.

٢-السحل الهوائي Air Abrasion:

تطحن الذرات في هذه الطريقة نفسها بنفسها أثناء تصادمها، حيث تتكسر عند تصادم تيارين قويين من الجزيئات مما يعطي ذراتٍ ذات حوافٍ حادة، وتعد هذه التقنية من الناحية النظرية مشابهةً لعملية الترميل لسطحٍ أكثر قساوةً، إنما تكمن الصعوبة في أن الذرات عادةً ما

تخطئ بعضها كلما ازدادت نعومةً، كما أنها تتطلب زمناً أطول للحصول على ذراتٍ ناعمة، أما الفائدة فتتمثل في أن الذرات الكبيرة سرعان ما تزول عند اصطدامها بذراتٍ أخرى.

٣-التداخل بوجود الأمواج فوق الصوتية: Ultrasonic Interaction

تصطدم ذرات الزجاج في هذه الطريقة داخل معلقٍ (حاوٍ على مادةٍ محلة) يتم تعريضه إلى اهتزازاتٍ فوق صوتيةٍ مما يعطي جزيئاتٍ أكثر نعومةً من غيرها، تستغرق هذه التقنية زمناً طويلاً نسبياً وتأخذ الذرات الناتجة حوافاً مدورةً بسبب التأثير الميكانيكي لاحتكاك الجزيئات مع بعضها، تشبه هذه التقنية عملية تلميع الصخور بقرصٍ دوارٍ يجعلها في النهاية أكثر نعومة.

٤-التآكل Erosion:

تعتمد هذه التقنية على قابلية ذرات الزجاج للانحلال في المحاليل الحمضية وتؤدي مشاركة هذه العملية مع الاهتزاز (عادةً الأمواج فوق الصوتية) إلى جعل الجزيئات أكثر نعومةً في فترةٍ زمنيةٍ قصيرة، وتشبه هذه التقنية عملية تلميع الصخور مع وجود مواد كيميائية لتسريع حادثة التآكل بينما تطحن الذرات بصورةٍ ميكانيكية، وتتمتع الذرات بحوافٍ مدورةٍ وسطوحٍ مساميةٍ تبعاً للمواد الكيميائية المستعملة.

٥- تقنية النانو Nano Technology:

وهي أحدث تقنيةٍ في تحضير مالئات الراتنج المركب حيث يتم فيها الحصول على الذرات المالئة بحيث لا يتحدد حجم الجزيئة بعملية الطحن البسيط، ويتم الحصول على جزيئاتٍ مالئةٍ من مكوناتٍ مختلفةٍ بتقنيةٍ تدعى Sol-gel chemistry، ويتم التحكم بعملية تصنيع الذرات المالئة حتى الحصول على ذراتٍ كرويةٍ ذات حجمٍ يبلغ حوالي 20 نانومتر مجموعةً في عناقيد صغيرة، وتمتلك الذرات النانومترية خواصاً مميزةً بالمقارنة مع الذرات التقليدية مع احتفاظها بالقوام السيال مما يعني أن هذه الذرات لا تسبب ثخانةً في المادة الراتنجية كما هو الحال في الذرات التقليدية، وتبلغ نسبة الملء في الأجيال الأحدث من راتنج النانو حوالي 87% وزناً، مما يحسن بالمقابل من الخواص الفيزيائية (مقاومة الانكسار، قساوة السطح، ومقاومة الاهتراء) كما يؤدي التقليل من كمية المحتوى الراتنجي إلى تراجع نسبة التقلص التصلبي بمقدار 50% مقارنةً مع الأنواع الأخرى الهجينة من الراتنج المركب (تبلغ 1.57 % في بعض الأنواع الحديثة) مما يقلل من تلون ترميمات هذا النوع.

٧-٢-٣ عوامل الربط:

تعتبر السيلانات أكثر المواد الرابطة استخداماً، مثال 3-methacryloxypropyl trimethoxysilane (MPS)، وفي معظم أنواع الراتنج المركب فإن هذه الجزيئات تمتلك زمر الـsilanol في إحدى نهايتيها وزمر الـmethactylate في النهاية الأخرى وتشكل هذه الجزيئات روابطاً تشاركية مع زمر الـsilicon-oxygen للجزيئات المالئة وزمر الـ methacrylate للراتنج، وعندما يتوضع السيلان على سطح الجزيئات المالئة، تنحل زمر الـ methoxy إلى زمر hydroxyl التي تتفاعل بدورها مع الماء أو مع زمر جذور الـ hydroxyl على الجزيئات المالئة فتقوم الروابط الكربونية المضاعفةcarbon double bonds للسيلان بالتفاعل مع الراتنج وتشكيل رابطة مستمرة ما بين الجزيئات المالئة والقالب الراتنجي بوساطة عامل الربط.

٤-٢-٧ المبدئات:

أضيفت العوامل المبدئة للراتنجات لتأمين تفعيل جيد لتفاعل البلمرة وقد قسمت هذه المبدئات حسب نوع تفاعل البلمرة إلى:

١- **التصلب الحراري:** المبدئ هو دي بنزويل بيروكسيد حيث يتحفز التفاعل هنا في درجة الحرارة المرتفعة.
٢- **التصلب الكيميائي:** تحتوي هذه الراتنجات على مبدأ هو دي أوكسيد البنزويل ومنشط هو الأمين الثالثي حيث يتفاعل الأمين مع دي أوكسيد البنزويل لتشكيل الجذور الحرة لبدء التماثر.
٣- **التصلب بالأشعة فوق البنفسجية:** حيث تحتاج هذه الراتنجات إلى أشعة بطول موجة ٣٦٥ نانومتر لشطر ايتر ميثال البنزويل دون وجود الأمين الثالثي.
٤- **التصلب الضوئي:** تتصلب معظم أنواع الراتنج المركب بالضوء، وتبدأ عملية التماثر عند تعرض المادة إلى ضوء أزرق بطول موجة يقدر بـ ٤٧٠ نانومتر حيث يتم امتصاص الضوء بواساطة المنشط الضوئي الذي يكون عادة هو الـ camphorquinone، والذي يساهم بالاشتراك مع الأمين العطريaromatic amine في بدء تفاعل التماثر، ويحافظ هذا الراتنج المركب على لونه بشكل أكبر من الراتنج المركب المتصلب كيميائياً والذي يتحول لونه مع مرور الوقت بسبب بدائل الأمين العطري.

تكون بعض أنواع الراتنج المركب ذات تصلب ثنائي، حيث تبدأ عملية التماثر عند التعرض للضوء الأزرق ثم بعد ذلك يستمر التفاعل كيميائياً وذلك ما بين الأمين العطري

والبيروكسيد العضوي، ويؤدي هذا التفاعل إلى إنتاج جذور حرة تتفاعل بدورها مع روابط الكربون المضاعفة للراتنج مؤدية إلى حدوث تماثر وتصلب للمادة، ويعد الراتنج المركب ثنائي التصلب مادة مفيدة في حالات بناء القلوب الراتنجية حيث لا يمكن للضوء أن ينفذ إلى كامل ثخانة الدفعة المطبقة، وهكذا يكون التفاعل الكيميائي – الذي يستمر في غياب التعرض للضوء– ضماناً لحصول أقصى درجات التماثر، كما أن هذا الراتنج المركب يفيد كمادة طلاء عند إلصاق التيجان الخزفية الكاملة، وتيجان الخزف الملتحم بالمعدن porcelain-fused-to-metal، والأوتاد، والحاصرات التقويمية، وفي كل المواضع التي لا يوجد أو هناك احتمال بألا يوجد فيها نفوذ ضوئي كامل.

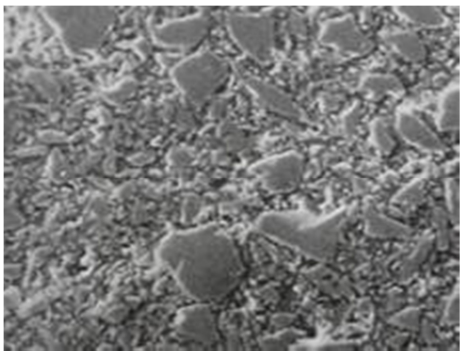
إن مقدار التماثر– أو درجة تحول الروابط الكربونية المضاعفة إلى روابط مفردة – يتعرض للتغير فهو بشكل نموذجي يقدر بـ ٦٥–٨٠% في حالة التصلب الضوئي و ٦٠–٧٥% في حالة التصلب الكيميائي، ويمكن للمواد ذات التصلب الثنائي أن تحقق مقداراً يصل إلى ٨٠%، وإن درجة التماثر تنعكس على الناحية السريرية حيث أن هناك عدداً من الخصائص الميكانيكية والفيزيائية التي تتحسن كلما ازدادت درجة التماثر، وتتأثر درجة التماثر بطول مدة التعرض للضوء، وبعد المنبع الضوئي، ولون الراتنج المركب، ونوع الراتنج، والجزيئات المالئة.

إن تفاعل البلمرة يؤدي إلى حدوث تقلص شعاعي للمادة بفعل الروابط العرضية، وكلما ازدادت نسبة الجزيئات المالئة انخفض التقلص، ولذلك فإن راتنج مركب الـ microfilled – والذي يحتوي على النسبة الحجمية الأقل من الجزيئات المالئة يكون فيه مقدار التقلص التصلبي من ٢–٣%، كما يكون مقدار التقلص التصلبي أخفض في الراتنج المركب الهجين ٠.٦–١.٤%.

٧–٣ أنواع الراتنج المركب:

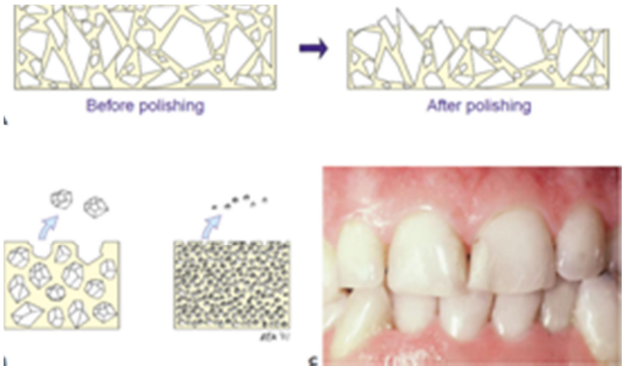
٧–٣–١ الراتنج المركب التقليدي: (Conventional Composites)

يحتوي الراتنج المركب التقليدي عادةً على مادة مالئة لاعضوية بنسبة تتراوح تقريباً من 75% إلى 80% من الوزن، حيث كان متوسط حجم ذرات الراتنج المركب التقليدي في عام ١٩٨٠ تقريباً (٨ ميكرون)، و يظهر الراتنج المركب التقليدي عادةً سطحاً ذو ملمسٍ خشنٍ وذلك بسبب كبر حجم ذرات المادة المالئة نسبياً والقساوة الشديدة، ويلاحظ ذلك بوضوح بالمجهر الالكتروني الماسح كما في الشكل (٧–١).



الشكل (٧-١) يظهر صورة لسطح الراتنج المركب التقليدي

عادةً ما يتعرض القالب الراتنجي للاهتراء بمعدل أسرع من جزيئات المادة المالئة، الأمر الذي يجعل سطح الراتنج المركب التقليدي خشناً أكثر.



الشكل (٧-٢) يبين انكشاف سطح الذرات المالئة بفعل الاهتراء للقالب الراتنجي

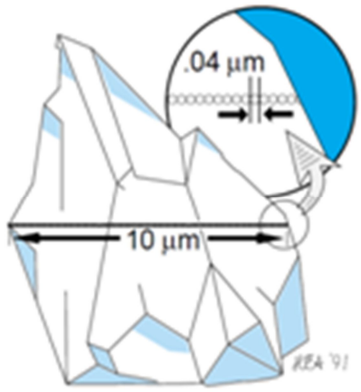
ولسوء الحظ أنّ هذا النمط من ملمس السطح يجعل الترميم أكثر قابليةً للتلون بالتصبغات الخارجية، كما يمتلك الراتنج المركب التقليدي معدلاً أعلى من الاهتراء في مناطق التماس الإطباقي مقارنةً مع كلٍ من الراتنج المركب الهجين والراتنج المركب المملوء بذرات دقيقة، كما يلاحظ أنّ تركيب المادة المالئة اللاعضوية في الراتنج المركب التقليدي يؤثر في درجة خشونة السطح إلا أنّ إضافة الزجاج الـــــ « Soft أو Friable » (سهل التفتت) مثل السترونتيوم أو الباريوم يعطي بالنتيجة سطحاً أملساً وأنعم مما هو عليه في حال استخدام الكوارتز كمادة مالئة، وإضافة كمية كافية من زجاج الباريوم أو السترونتيوم تجعل الراتنج المركب التقليدي ظليلاً على الأشعة، وتعتبر هذه الميزة صفةً هامة في الراتنج المركب لأنها تساعد في تمييز (تشخيص) النخور حول أو تحت ترميمات الراتنج المركب عند مشاهدة الصور الشعاعية.

٧-٣-٢ الراتنج المركب صغير الجزيئات: macrofilled Composites :

تم تصغير حجم الجزيئات في الراتنج المركب صغير الجزيئات إلى (١ – ٥) ميكرون، وقد تم استخدام المعادن الزجاجية الثقيلة كمواد مالئة مثل: السترونتيوم والباريوم والتي كانت تتمتع بحجم صغير وظلالية شعاعية وقابلية للطحن والتنعيم وهذا ما حسن من عمليات الإنهاء وقلل من خشونة السطح والتصبغ التالي له.

٧-٣-٣ الراتنج المركب فائق النعومة:Microfill Composites:

تمّ تطويره في أواخر عام ١٩٧٠ حيث كان الغرض من تصميم هذا النوع من الراتنج المركب هو استبدال صفة السطح الخشن للراتنج المركب التقليدي بسطح أملس لمّاع مشابه لمينـاء الأسنان، ويلاحظ أنّ الراتنج المركب المملوء بذرات دقيقة يحتوي على ذرات السيليكا شبه الغروية كمادة مالئة والتي يتراوح متوسط قطرها من 0.01µm إلى 0.04µm وذلك بدلاً من احتوائه على ذرات مالئة كبيرة مشابهة لما هو عليه في الراتنج المركب التقليدي، فهذه الذرات الصغيرة الحجم تؤدي إلى الحصول على سطح أملس مصقول في الترميمات التي تمّ إنهاؤها بصورة جيدة، ومثل هذا السطح يكون أقلّ ترسيباً للويحة الجرثومية والتصبغات الخارجية، ويتضح ذلك من خلال صورة المجهر الإلكتروني الماسح في الشكل (٧-٣).



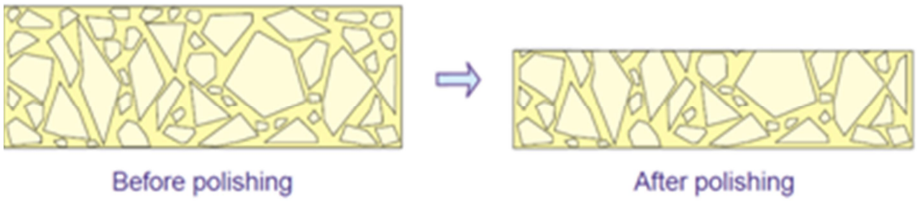
الشكل (٧-٣) يبين مقارنة لحجم ذرات الراتنج المركب فائق النعومة

يمتلك الراتنج المركب المملوء بذرات دقيقة عادةً نسبة من المادة المالئة تتراوح تقريباً من ٣٥% إلى ٦٠% وزناً، ونتيجةً لهذه النسبة المنخفضة نسبياً من المادة المالئة، تكون بعض الخواص الفيزيائية والميكانيكية رديئةً إلى حدٍ ما مقارنةً مع الراتنج المركب التقليدي والهجين، ولكن وبرغم ذلك يلاحظ أنّ الراتنج المركب المملوء بذرات دقيقة يتمتع بمقاومة عالية

للاهتراء سريرياً، كما يلاحظ أنّ معامل المرونة المنخفض الذي يتمتع به هذا النوع من الراتنج المركب يمنح الترميمات درجة جيدة من المرونة (قابلية للانحناء) مما يؤمن حماية ووقاية أفضل لسطح الارتباط البيني، وهذه الميّزة تجعل من الراتنج المركب المملوء بذرات دقيقة الاختيار الملائم لترميم نخور وآفات الصنف الـــخامس، حيث يكون الانحناء العنقي ملاحظاً بشكل واضح، ومثل هذه الحالات تصادف في: صرير الأسنان Bruxism، والإطباق الشديد Stressful Occlusion.

يوجد نوعان من الراتنج المركب فائق النعومة وهما المتجانس homogenous وغير المتجانس heterogenous، حيث يتم تحميل المالئات في الراتنج المركب المتجانس مباشرة ولكن بسبب المساحة السطحية الكبيرة للمالئات الصغيرة تكون إضافتها مباشرة إلى الراتنج بنسب مرتفعة صعبة لذلك يكون التحميل بنسبة ٨٠% وزناً مستحيلاً وللتغلب على هذه المشكلة تم تصنيع هذا النوع من الراتنج المركب بطرق خاصة وأشهرها التحميل غير المتجانس حيث ترص المالئات الصغيرة بوساطة sintering أو التثقيل أو التكثيف أو silanization وتضاف المالئات المبخرة إلى الراتنج المحمى بنسبة تحميل ٧٠% وزناً تقريباً والتي تكون ضعف النسبة التي يمكن تحميلها عادةً.

في الراتنج المركب فائق النعومة يكون للقالب الراتنجي والجزيئات المالئة (الراتنج والسيليكا) نفس التركيب وعندما يتم إنهاؤه بعناية تكتسب هذه المواد سطحاً ناعماً يمكن أن يحافظ على نعومته لفترة أطول من الراتنج المركب ذي المالئات الكبيرة الشكل (٧-٤).



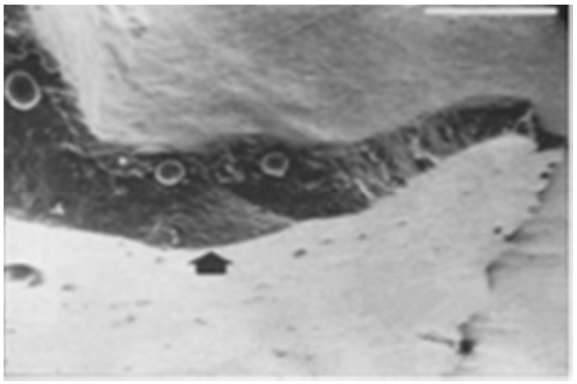
الشكل (٧-٤) يبين نعومة سطح الراتنج المركب فائق النعومة

وبالرغم من ميزة نعومة السطح في الراتنج المركب فائق النعومة فإن فيه الكثير من المشاكل منها:

١- يكون الارتباط بين القالب الراتنجي والمالئات ضعيفاً مما يؤدي إلى فقدان المالئات الراتنجية من سطح المادة (الشكل ٧-٥).

الشكل (٧-٥) يبين حدوث مسامات على سطح الراتنج المركب

٢- معامل التمدد الحراري مرتفع مما يؤدي إلى حدوث تسرب حفافي أكبر وانكسار في الحواف مع الوقت (الشكل ٧-٦).



الشكل (٧-٦) يبين التسرب الحفافي

٣- قوة شد منخفضة وخاصة في الأماكن المعرضة لقوى شد كبيرة في الصنف الرابع مما يعطي قابلية انكسار الراتنج المركب فائق النعومة بشكل أكبر.

٤- صلابة منخفضة مما يجعل الراتنج المركب فائق النعومة يتشوه بسهولة تحت الضغوط.

٥- امتصاص عالٍ للماء وذلك بسبب احتوائه على كمية كبيرة من الراتنج فيؤدي امتصاص الماء إلى إضعاف القالب الراتنجي.

٦- تقلص تصلبي مرتفع وذلك بسبب الحجم الكبير للراتنج غير المتصلب في الراتنج المركب فائق النعومة مما يتطلب عناية بالتطبيق والتماثر والإنهاء لتجنب أذية الحواف (الخطوط البيضاء) والفقاعات.

٧- تؤدي الجزيئات المالئة فائقة النعومة غير القادرة على امتصاص الضغوط إلى تكون حدوث كسور جهدية، حيث بينت دراسة على الأسنان الخلفية على الراتنج المركب ذي المالئات المسبقة التماثر أن معدل التعب(الإجهاد) fatigue وصل إلى ٢٠% بعد ٤ سنوات والذي يعتبر معدلاً أعلى من الراتنج المركب ذي المالئات الكبيرة، ولكن النتائج كانت أفضل في دراسات أخرى عندما تمت العناية بتقنيات الإنهاء، ويعتبر الراتنج المركب فائق النعومة أفضل من الراتنج المركب ذي المالئات الصغيرة في الترميمات الصغيرة والمحمية وترميمات الصنف الثالث والرابع وذلك بسبب سطحها الناعم.

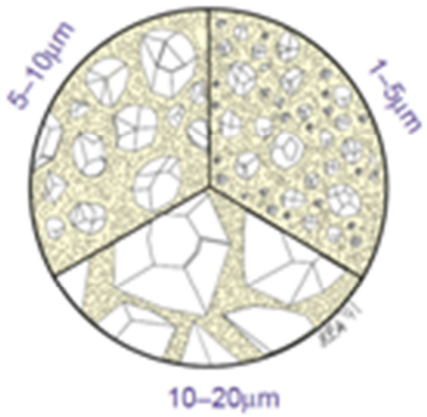
٧-٣-٤ الراتنج المركب الهجين Hybrid composite resins:

تمّ تطوير الراتنج المركب الهجين للمشاركة ما بين الخواص الفيزيائية والميكانيكية المرغوبة والمميّزة للراتنج المركب التقليدي، والسطح الأملس المثالي للراتنج المركب المملوء بذرات دقيقة.

تمتلك عادةً هذه المواد نسبة من المادة المالئة اللاعضوية تتراوح تقريباً من ٧٥% إلى ٨٥% وزناً، وتكون هذه المادة المالئة عبارة عن مزيج من ذرات دقيقة و ذرات صغيرة، ويتراوح متوسط حجمها من 0.4μm إلى 1μm فهي بذلك تكون أصغر من تلك الموجودة في الراتنج المركب التقليدي، ويلاحظ أنّ الراتنج المركب الهجين يتمتع بخواص ميكانيكية وفيزيائية أعلى مما هو عليه في الراتنج المركب التقليدي نتيجةً لمحتواه العالي نسبياً من المادة المالئة، كما أنّ وجود ذرات مالئة دقيقة الحجم موزعة ضمن ذرات أكبر يعطي سطحاً ذا ملمسٍ ناعم في الترميمات التي يتمّ إنهاؤها بصورة جيدة، وحالياً يعتبر الراتنج المركب الهجين من المواد المرممة التجميلية المباشرة التي تستعمل على نطاق واسع، حيث تمتلك هذه المواد قابلية عامة للتطبيق السريري، وعندما لا يذكر نوع الراتنج المركب المستخدم يعني أن الراتنج المركب هو هجين.

من المساوئ الرئيسة للراتنج المركب الهجين أنه غير مناسب للمناطق التي تتلقى ضغوطاً شديدةً في الأسنان الخلفية، كما أنه غير قابل للصقل بسبب وجود جزيئات كبيرة بين الجزيئات الصغيرة، وعلى الرغم من المساوئ المذكورة، فإن الراتنج المركب الهجين شائع الاستخدام نظراً للمزايا التي يتمتع بها.

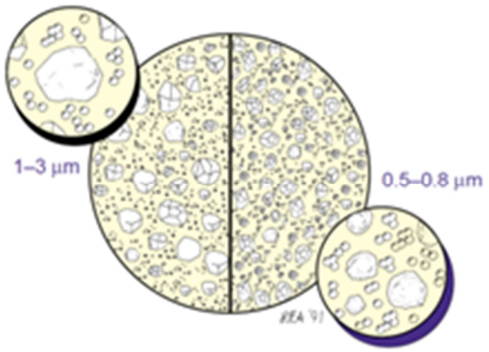
اتجهت الأنظار في السنوات الأخيرة، إلى إضافة جزيئات مالئة أصغر وأصغر، في الفراغات ما بين الجزيئات المالئة الأكبر، وذلك لتحسين القدرة على تلميع السطح مع الإبقاء على خاصية القابلية لإضافة المالئات، ويشار إلى هذه الأنواع بالـــ micro hybrid composite، واستمرت معظم الأنواع الحديثة من الراتنج المركب في طموحها باتجاه جزيئات مالئة أصغر وذلك باستخدام جزيئات قد تصل إلى رتبة النانومتر (١٠$^{-٩}$) حيث يشار إلى هذه المواد بالـــراتنج المركب فائق الدقة الهجين Nano hybrid composite أو Nano composite.



الشكل(٧-٧) يبين الفروق في حجوم الذرات المالئة للأنوع المختلفة من الراتنج المركب

٧-٣-٥ الراتنج المركب الفائق الدقة الهجين Nano hybrid Composite

وهو أي نوع من الراتنج المركب ذي المالئات الكبيرة والذي يكون حجم مالئاتـــه مـــن ١- ٥ ميكرون ويحتوي على كميات كبيرة من المالئات فائقة النعومة (٧-١٥%)، وتبدي هذه المواد مقاومة انسكار جيدة وبمقارنتها مع المواد ذات المالئات الكبيرة القديمة فإنها أكثر ملوسة وأكثر ممانعة للإهتراء، لأن المالئات الناعمة عندما تُفقد تترك وراءها فجوات ناعمـــة علـــى السطح، وعندما يتم تصغير المالئات الكبيرة تزداد مساحتها السطحية بالنسبة لواحدة الحجم مما يزيد من كمية الراتنج المطلوبة لتبليل سطوح هذه المالئات الصغيرة، فأنواع الراتنج المركـــب ذي المالئات الصغيرة تكون عادة أقل تحميلاً من الراتنج المركب ذي المالئات الكبيرة ويعتبر التحميل الأكبر للراتنج المركب مهماً لأن الراتنج المركب المحمل بالمالئات غيـــر العضـــوية يكون أقل قابلية للكسر وهذا الأمر مهم في الترميمات المعرضة لضغوط عالية وسحل، وبشكل عام، يستخدم هذا النوع من الراتنج المركب في الترميمات الأمامية والخلفية المباشرة، وبنـــاء القلوب، والوجوه والجبائر، والـــ Inlays and Onlays.



الشكل (٧-٨) يبين الراتنج المركب فائق النعومة الهجين

الميزات الأساسية للجزيئات النانومترية:

١- زيادة القابلية لإضافة الجزيئات المالئة، ويحسن ذلك من الخصائص الفيزيائية بدون أن يزيد اللزوجة إلى مستويات غير مقبولة.

٢- قابلية عالية للتلميع مع بقاء ذلك لفترة طويلة، ويعطي ذلك ناحية تجميلية جيدة في الأسنان الأمامية.

٣- زيادة مقاومة الاهتراء.

٤- إنقاص التقلص بنسبة ١.٥-١.٧% حجماً وذلك بالمقارنة مع الأنواع الأخرى، ويهدف ذلك إلى إنقاص الجهد المتبقي الذي يتبع التماثر الضوئي.

يقوم معظم المصنعين بدمج اثنين أو ثلاثة أنواع وأحجام مختلفة للجزيئات المالئة في الـ nano composite، يكون أحدها على الأقل برتبة النانومتر، والعناصر الراتنجية لهذا النوع مشابهة لتلك التي في الأنواع السابقة للراتنج المركب الهجين.

٧-٣-٦ الراتنج المركب السيال Flowable composites:

يمتلك الراتنج المركب السيّال نسبة منخفضة من المادة المالئة الأمر الذي ينعكس على خواصه الفيزيائية والميكانيكية التي تكون ضعيفة مثل مقاومة الاهتراء المنخفضة والمتانة الأقلّ التي يتمتع بها هذا النوع من الراتنج المركب مقارنةً مع الراتنجات المركبة المحتوية على نسبة أعلى من المادة المالئة، وكما يشير الاسم تسمح طبيعته بالانسياب في عمق الوهاد

والميازيب الصغيرة جداً في الأصناف I,III,V,VII إضافة إلى منطقة الحفاف وكقاعدة تحت الراتنج المركب الهجين أو الراتنج المركب القابل للدك.

صفات هذه المركبات:

١- المحتوى من المادة المالئة أقل بحوالي ٣٠ % وزناً وهذا يؤدي إلى ضعف في الخواص الفيزيائية مثل ضعف الثبات ومقاومة التآكل والاهتراء بالمقارنة مع أنواع الراتنج المركب التي تحتوي نسبة أكبر من جزيئات المادة المالئة، ولكنه بالمقابل يقلل اللزوجة ويزيد الانسيابية.

٢- تلتصق على الأداة وبالتالي تصعب تسوية السطح.

٣- لا تستخدم في ترميم المناطق المعرضة لضغط إطباقي مرتفع.

الاستطبابات:

١- الحفر الصغيرة جداً والمعرضة لضغط إطباقي منخفض أو غير معرضة على الإطلاق.

٢- إصلاح الحواف المعيبة أو الناقصة وملء الوهاد والميازيب.

٣- في المناطق العميقة من التحضير.

٤- بناء نواة الترميم Core building.

٥- إصلاح وإلصاق ترميمات الخزف.

٦- لوضع طبقة رقيقة لتغطية المعدن بغية التجميل أو حتى بدون معدن للوقاية.

٧- لترميم الراتنج المركب التالف.

٨- يمنع استخدامه في التحضيرات الواسعة أي في الأصناف I,II,IV,VI.

٩- ويستعمل هذا النوع من الراتنج المركب في بعض حفر الصنف الأول الصغيرة كمادة سادّة للشقوق والوهاد والميازيب، وكذلك يستخدم في تصحيح حواف الترميمات، وفي حالات نادرة أكثر، يستخدم كمادة مبطنة تحت الراتنج المركب الهجين أو الراتنج المركب القابل للدكّ.

٧-٣-٧ الراتنج المركب القابل للدك: Packable or Condensable Composites:

تم تطوير راتنج مركب كثيف أكثر لزوجة لتحسين الضغط والشد وقوة الحواف وطريقة التعامل، ويتكون القالب الراتنجي من عديد تماثر صلب لا عضوي يتكون من راتنج ومادة مالئة خزفية لاعضوية تندمج في شبكة من الألياف الخزفية، وإن قوام الراتنج المركب القابل للدك مشابه للأملغم الممزوج حديثاً، ويتم حمل الراتنج المركب إلى الحفرة بوساطة حامل له فوهة مطلية أو مصنوعة من مادة مقاومة للاهتراء ومقاومة لعديد تماثر التفلون، ويتم تكثيف كل طبقة كما يكثف أملغم الفضة، ويتم ملء الحفرة بزيادة طفيفة ثم تتم إزالة الزائد بوساطة المنحتة، ويُصلب الترميم ضوئياً مدة ٣٠-٤٠ ثانية ومن ثم يتم الإنهاء والتلميع.

تمّ تطوير الراتنج المركب القابل للدكّ ليكون أكثر لزوجةً في حد ذاته، وذلك للحصول على ترميم أسهل للمنطقة المؤوفة، والحصول على مادة مرممة ذات خواص تعامل تماثل خواص التعامل مع الأملغم ليمنح شعوراً أثناء تطبيقه مشابهاً لذلك الشعور عند تطبيق الأملغم، وبالتالي فإنّه يمكن لهذه اللزوجة المتزايدة والمقاومة للدكّ أن تسبب بعض الانزياح الجانبي لشريط المسندة أثناء تطبيق الراتنج المركب مما يعزز إعادة البناء الصحيح لنقاط التماس والتي تعتبر مشكلة مرافقة لترميمات الراتنج المركب الخلفية، ومن مزايا الراتنج المركب القابل للدك بالنسبة للراتنج المركب التقليدي زيادة مقاومة الاهتراء، والتطبيق بعمق أكبر، وزيادة معامل الانحناء، ونقص التقلص التصلبي، وانخفاض اللزوجة.

أما مساوئه فهي احتوائه على نقاط جافة dry spots بسبب عدم تشبع الراتنج inadequate resin saturation مما يؤدي إلى مناطق ضعف، كما يعتبر تكيف طبقاته مع بعضها صعباً لأن الطبقات لا ترطب بعضها بشكل جيد، وهو عاتم بعض الشيء لذلك لا يستخدم في الترميمات الأمامية.

٧-٤ استطبابات الراتنج المركب:

١ــ الترميمات الصغيرة والمعتدلة وخصوصاً المحافظة على حواف مينائية.

٢ ــ معظم الضواحك والأرحاء الأولى التي يتطلب ترميمها مراعاة الناحية التجميلية.

٣ ــ الترميم الذي يحقق العزل الكافي خلال العمل.

٤ ــ بعض الترميمات التي يمكن لها أن تفيد في إعادة بناء التيجان.

٥ ــ بعض الترميمات الكبيرة جداً والتي تستخدم في تقوية البنى السنية الضعيفة (لأسباب اقتصادية أو زمنية).

٦-سد الوهاد والميازيب.

٧-٥ مضادات استطباب استخدام الراتنج المركب:

١- عندما لا يمكن الحفاظ على جفاف مكان العمل.

٢- عند وجود قوى إطباقية شديدة خاصة في حالة الصنف الأول والثاني والسادس.

٣- بعض ترميمات الصنف V غير التجميلية.

٤- عندما لا يتم الالتزام بتقنيات التطبيق.

٥- عمليات الترميم التي تمتد إلى سطح الجذر.

٦- المرضى الذين لديهم استعداد كبير للنخر ونقص في السيطرة على النشاط النخري.

٧-٦ ميزات الراتنج المركب:

١- يتمتع بناحية تجميلية ممتازة وثبات لوني جيد.

٢- خال من الزئبق.

٣- المحافظة على النسج السنية حيث لا يوجد حاجة لإجراء عوامل تثبيت ميكانيكي.

٤- قادر على الارتباط بالميناء والعاج.

٥- انخفاض الناقلية الحرارية، وبالتالي وقاية اللب من التغيرات الحرارية.

٦- انعدام التيارات الغلفانية.

٧- يمكن إنهاء وتلميع الترميم مباشرة بعد التطبيق.

٨- يمكن إصلاحه وترميمه.

٩- لا يحتاج لإجراء عملية المزج مما يجنب اندخال الفقاعات الهوائية أو حدوث التلوث.

١٠- يتمتع بزمن عمل طويل مما يسمح للطبيب بإعطاء الشكل التشريحي المطلوب.

١١- ظليل على الأشعة.

٧-٧ مساوئ الراتنج المركب:

١- يمكن تشكل بعض الفجوات عند الحواف وغالباً على السطوح الجذرية لأن مقدار التقلص التصلبي للراتنج المركب أكبر من قوة ارتباطه الأولي مع العاج.

٢- أكثر صعوبة في التعامل وتستغرق وقتاً أطول وأكثر تكلفة من الأملغم.

٣- أكثر حساسية تقنياً.

٤- قابل للاهتراء الإطباقي في المناطق ذات الإطباق الشديد.

٥- قيمة معامل التمدد الحراري الخطي المرتفعة تؤدي إلى تسرب حفافي حول الترميم.

٦- التقلص التماثري (٠.٦-٦% حجماً) ويؤدي ذلك إلى تطبيق جهود على السن المرمم والذي يمكن أن يقود إلى لي الحدبات وانكسار الحواف المينائية وتخرب الارتباط وامتداد الصدوع الشعرية إلى النسج السنية المتبقية.

٧- يمكن للارتباط ما بين الراتنج المركب والعاج أن يتخرب مع الزمن.

٨- امتصاص الماء يمكن أن يؤدي ذلك إلى فشل في استقرار السيلان الرابط ما بين القالب الراتنجي والجزيئات المالئة.

٩- معدل أعلى من النخور الثانوية مقارنة مع ترميمات الأملغم أو الزجاجي الشاردي.

١٠- زيادة حدوث الحساسية التالية للمعالجة مقارنة مع ترميمات الأملغم أو الإسمنت الزجاجي الشاردي.

٧-٨ صفات الراتنج المركب:

٧-٨-١ ثبات الأبعاد:

التقلص التماثري: يتقلص الراتنج المركب أثناء البلمرة حيث يصبح أكثر قساوة مع تقدم التصلب، وتتم إعاقة هذه الجهود بوساطة المادة الرابطة المرتبطة إلى بنية سنية قاسية نسبياً، ويمكن الحصول في البداية على بعض التحرير لهذه الجهود وذلك من خلال التشوه المرن plastic ومن خلال تطبيق الراتنج المركب السيال قبل أن يتحول الراتنج المركب إلى

كتلة قاسية، وعلى أية حال يتقدم التماثر بشكل سريع جداً بعد التنشيط الضوئي مما يترك فرصة ضئيلة لحصول تحرر للجهود، ويمكن للجهود المتبقية أن تسبب:

١- تشوهاً في الحدبات السنية يصل حتى ٥٠ ميكرون، والذي قد يعرض السن إلى متلازمة السن المتصدع cracked tooth syndrome، مما قد يؤدي إلى حساسية سنية بسبب التشوه في الأقنية العاجية.

٢- انكسار الحواف الميناائية للتحضير.

٣- فشل الارتباط مع العاج وقد يؤدي ذلك إلى حدوث تسرب حفافي، وتلون الحفاف، ونخور ثانوية، والتهاب لبي.

يمكن للجهود أن تسبب تصدعات تخترق الترميم، وخاصة في السطح البيني قالب-مادة مالئة، ويحدث ذلك بسبب الفرق الكبير بين معامل المرونة (الصلابة) لكل من الجزيئات المالئة والقالب، وإن انتشار الصدوع الذي ينتهي بانكسار كتلة الترميم يمكن أن يحدث عند التحرر المفاجئ للجهود الداخلية، وتنتشر الصدوع بوجود جهود إضافية تأتي من دورة الحرارة (تغيرات مفاجئة للحرارة داخل الفموية أثناء الأكل أو الشرب) وقوى العض الدورية، وتسبب التبدلات الحرارية حدوث جهود على السطح البيني الرابط وذلك بسبب كون الراتنج المركب يتمتع بمعامل تمدد حراري مرتفع جداً مقارنة مع السن، وهكذا فعند التعرض لمواد ساخنة فإن الراتنج المركب يتمدد أكثر من السن، وعند التعرض لمواد باردة يتقلص أكثر من السن ويؤدي ذلك إلى إحداث جهود دورية على السطح البيني الرابط خاصة السطح البيني ترميم-عاج، مع احتمال زيادة التسرب الحفافي.

تقنية التكثيف بالإضافة التدريجية: تدعو هذه الطريقة إلى تطبيق الراتنج المركب بطريقة تؤدي إلى إنقاص السطح المرتبط بالسن لكل دفعة ويؤدي ذلك إلى زيادة قصوى في مساحة سطح الراتنج المركب التي لا تتعرض للتقلص أثناء عملية التماثر، وإن النقص الحاصل في الجهد ينقص من احتمال حدوث فشل الارتباط أو التواء الحدبات، ويولد الراتنج المركب الخلفي الإطباقي معظم الجهود وذلك لأن كامل حواف الراتنج المركب تكون مقيدة بشدة بوساطة الارتباط إلى الميناء، بيد أن الترميمات الكبيرة متعددة السطوح ذات الحفر العلبية الملاصقة أو المعوضة عن الحدبات تولد جهوداً أقل وذلك لكونها تتمتع بمساحة أوسع من السطوح المحررة من التقلص التماثري.

اعتقد لعدة سنوات أن الراتنج المركب يتقلص باتجاه مصدر الضوء، ويتم تطبيقه بشكل عادي فوق السطح الإطباقي للحفرة، وكان الاعتقاد بأن ذلك يجعل الراتنج المركب يتقلص

بعيداً عن الحفرة مما يسبب حدوث فجوات حفافية تتلو الفشل في الارتباط، وقد صممت أنظمة معقدة من المساند البلاستيكية الشفافة والأوتاد وذلك للسماح لضوء التصليب بأن يتوجه على طول الوتد إلى الدفعة الأولى من الراتنج المركب، وعلى أية حال أظهرت الأبحاث الأخيرة أن الراتنج المركب يتقلص باتجاه سطح الارتباط وهكذا فإن فشل الارتباط الحاصل على طول الجدار اللثوي – والذي يكون شائعاً بشكل كبير في ترميمات الراتنج المركب الحديثة– يمكن أن يعود إلى قوى الارتباط الضعيفة نسبياً في الأجيال الأقدم من أنظمة الربط العاجي وإلى العزل غير الكافي، أكثر من أن يعود إلى تقنية التصليب.

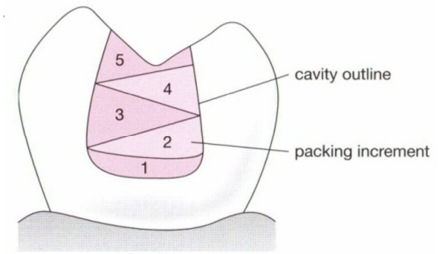
تكون الحواف اللثوية للراتنج المركب الخلفي الإطباقي الملاصق الأكثر عرضة للفشل، وتتضمن أسباب الفشل:

١– تلوث الجدار اللثوي باللعاب أو الدم عند غياب العزل بالحاجز المطاطي.

٢– قد يتوفر للارتباط عاج أو عاج وملاط فقط ، ولذلك ينقص حصول ارتباط حفافي متين مقارنة مع الارتباط إلى ميناء.

٣– صعوبة الوصول إلى المنطقة لتحقيق تماثر ضوئي مثالي.

يجب ألا تتجاوز ثخانة الدفعة الأولى للراتنج المركب في الحفرة العلبية الملاصقة الـ ١ مم وأن يتم تصليبها بحذر، ولا يعاني الراتنج المركب من تأثيرات ضارة تجاه زيادة التصليب، ويتم تطبيق الدفعات التالية للراتنج المركب بشكل مائل على شكل طبقات، مع التأكيد على أن الراتنج المركب يتصل مع السن دهليزياً أو لسانياً فقط، وليس كلاهما معاً في وقت واحد ويساعد ذلك في إنقاص الجهود الناتجة عن التماثر.



الشكل (٧–٩) يبين تقنية التكثيف بالإضافة التدريجية

٧–٨–٢ امتصاص الماء:

يمتص الراتنج المركب الماء مع مرور الوقت مؤدياً إلى حصول التمدد الرطب، ويقوم ذلك بتأثير مضاد لتأثير التقلص التماثري في حال كان بنسبة قليلة، ولكن قد يستغرق سبعة أيام لكي يصل التمدد إلى مقدار التقلص التماثري الحاصل، وإن الخطر الناتج عن هذا التقلص يحدث في الثواني القليلة التالية لعملية التصليب الضوئي، وعندما تبدأ الصدوع بالتشكل فإنه لا يمكن أن تلتئم من خلال التمدد التالي، ويحتوي الراتنج المركب السيال وراتنج الـ microfill على كميات أقل من الجزيئات المالئة ولذلك يبديان نسباً أعلى من امتصاص الماء، وإن الراتنج المركب المتماثر بصورة غير كافية يمتص كميات أكبر من الماء مقارنة مع الراتنج المركب المتصلب بشكل مثالي، وإن امتصاص الماء قد يؤذي بنية الراتنج المركب حيث يكون هناك احتمال لحدوث انحلال في السطح البيني قالب- مادة مالئة مما يؤدي إلى عدم استقرار لوني، ونقص في مقاومة الاهتراء، وارتشاح للشوارد العضوية كالسيليكون والبورون والباريوم والسترونتيوم، وإن تحرير هذه الشوارد يزيد من إمكانية الحصول عدم توافق بيولوجي للراتنج المركب.

٧-٨-٣ مقاومة الاهتراء:

تعتبر مقاومة الاهتراء ذات أهمية خاصة في الراتنج المركب الخلفي حيث تهترئ الأشكال الأقدم للراتنج المركب بشكل مفرط مسببة مشاكلاً سريرية جسيمة تتجلى بالبزوغ المنفعل وبحدوث فروق حفافية، ويتعلق مقدار اهتراء الراتنج المركب بنوع وحجم وتوزع الجزيئات الزجاجية المالئة، وإن الراتنج المركب الذي تكون فيه نسبة الجزيئات المالئة أقل من ٦٠% حجماً يتعرض لاهتراء شديد عند استخدامه لترميم الأسنان الخلفية، ولذلك يكون الراتنج المركب السيال وراتنج الـ microfill -بشكل عام- غير مناسبين للاستخدام الخلفي في المناطق المعرضة للضغوط، بينما يبدي الراتنج المركب الهجين ذي الجزيئات المالئة بحجم وسطي أكبر من ٣ ميكرون معدلات اهتراء أعلى من ذلك ذي الجزيئات المالئة الأصغر، وإن ذلك يعود إلى أن الجزيئات المالئة الكبيرة "تقتلع" من سطح الترميم عندما تتعرض لجهود ساحلة أثناء المضغ.

إن معدلات الاهتراء سوف تزداد إذا كان هناك درجة غير كافية من التماثر، ويمكن أن يحدث ذلك إذا كان الضوء الصادر عن جهاز التصليب منخفضاً جداً، أو إذا كان رأس التصليب بعيداً جداً عن سطح الترميم، أو إذا كان زمن تطبيق الضوء قصيراً جداً، أو إذا كانت الدفعة المطبقة من الراتنج المركب ثخينة جداً.

يتعلق الاهتراء أيضاً بحجم الترميم حيث تكون الترميمات الواسعة التي تمتلك سطحاً كبيراً أكثر احتمالاً لأن تضم مناطق تماس إطباقية مما يسبب زيادة في الاهتراء مقارنة مع الترميمات الأصغر والتي تبقى فيها مناطق التماس الإطباقية محصورة في الميناء غير المرمم، وتميل ترميمات الأرحاء لأن تهترئ بشكل أسرع من تلك التي في الضواحك، ويعتقد بأن ذلك له علاقة بقوى العض المطبقة على الأرحاء والتي تكون أعلى نسبياً.

يتعرض الراتنج المركب للاهتراء من خلال الانسحال الميكانيكي، والإطباق الساكن والحركي، والانحلال الكيميائي، ويطبق المرضى الذين يعانون من الصرير جهوداً كبيرة على أسنانهم، ولذلك لا ينصح بتطبيق الراتنج المركب الخلفي عند مرضى الصرير الشديد heavy bruxists لوجود خطر عالٍ لحدوث فشل الترميم من خلال انكساره وإمكانية حدوث متلازمة السن المتصدع، وفي ظل هذه الظروف يتمتع الأملغم باستمرارية لفترة أطول خاصة في الترميمات الكبيرة، أما في الترميمات الصغيرة فيبدي الأملغم والراتنج المركب معدلات اهتراء متشابهة.

٧-٨-٤ ديمومة الراتنج المركب الخلفي:

كثيراً ما يتم اختيار الراتنج المركب الخلفي كبديل للأملغم السني، ولكي يتمكن كل من المريض والطبيب من اختيار ما هو مناسب، فتعتبر استمرارية ودوام كل نوع ذات صلة هامة، وقد قارنت عدة دراسات بين استمرارية كل مادة وأعطت نتائجاً متغايرة، حيث وجد أن الاستمرارية تعتمد على نوع المادة المستخدمة، وعمر وإقبال المريض، وخبرة الطبيب، والتصلب السريري، وأظهرت الأغلبية العظمى من الدراسات أن الاستمرارية وتأثير التكلفة للأملغم كانت أفضل من الراتنج المركب لترميم الأسنان الخلفية، حيث يتطلب تطبيق الراتنج المركب زمناً أطول وحساسية أعلى للتطبيق مقارنة مع الأملغم، وربما هذا ما يشرح سبب النسب العالية من فشل ترميمات الراتنج المركب الخلفية التي تقدمت بها بعض الدراسات.

٧-٩ بعض التوصيات حول تطبيق الراتنج المركب:

يجب أن يوضع الرأس الذي ينبعث منه الضوء أقرب ما يمكن إلى سطح الترميم، كما أن زمن التصليب يجب ألا يقل عن ٢٠-٤٠ ثانية، وثخانة طبقة الراتنج المصلبة يجب ألا تزيد على ٢مم، وهكذا فإن عمق التصلب يكون محدوداً في حال زيادة ثخانة طبقة الراتنج المغطية عن ٢مم، لذلك يجب أن يتم بناء الترميم وخاصةً في الحفر العميقة على شكل طبقات متتالية، حيث يتم تصليب كل طبقة بشكل مستقل قبل تطبيق الطبقة التي تليها، وبالرغم من

اعتبار الكثير من الممارسين أن إنجاز الترميم على دفعات متتالية هو إجراء صعب ويحتاج إلى جهد ووقت لا بأس بهما، إلا أن تطبيق المادة المرممة على شكل طبقات متتالية له ميزة مهمة جداً وهي أنه يمكن أن يعوض عن التقلص التصلبي الحاصل نتيجة التصليب بالضوء وذلك عن طريق تطبيقه على دفعات متتالية، وفيما يتعلق بزمن التصليب فلا بد من الإشارة إلى أن زمن التصليب الذي ذكر سابقاً يختلف باختلاف لون الترميم المطبق، كما أن تصليب الراتنج المركب من خلال الميناء يحتاج إلى زيادة الزمن أكثر بمرتين أو ثلاثة مرات من الزمن المطلوب في الحالة الطبيعية، وكذلك تحتاج الأنواع ذات الألوان القاتمة إلى زمن تعرض أطول للضوء، ولتفادي الآثار الضارة للأشعة المنبعثة من أجهزة التصليب الضوئية وخاصةً على شبكية العين يجب ارتداء النظارات الواقية الخاصة أثناء استخدام هذه الأجهزة وخاصةً من قبل الطبيب.

٧-١٠ التقبل الحيوي للراتنج المركب Biocompatibility of Composite

إن التأثيرات الضارة للراتنج المركب في النسيج اللبي تعود إلى وجود الحمض الراتنجي المخرش، وإلى حدوث التسرب الحفافي حول ترميمات الراتنج المركب، حيث أن بقاء جزء من الراتنج المركب غير متصلب وخاصة في الطبقات العميقة يعد مصدراً مستمراً لتخريش النسيج اللبي مؤدياً إلى حدوث التهاب في اللب السني على المدى البعيد، لذلك يجب التأكيد على أهمية التصليب الكامل لطبقات الراتنج المركب وخاصة الطبقات العميقة منه، كما أن العزل اللبي ضروري في الحفر السنية العميقة ومتوسطة العمق، ومن أفضل المواد المستعملة من أجل ذلك ماءات الكالسيوم ،ولا يمكن استخدام أكسيد الزنك والأوجينول بوصفه مادة مبطنة تحت ترميمات الراتنج المركب لأنه يمنع حدوث التماثر فيها بشكل كامل.

٧-١١ التطبيق السريري لترميمات الراتنج المركب:

Clinical Application of Composite

١- يجب تطبيق الحاجز المطاطي قبل البدء بتحضير الحفرة، ثم يجب تنظيف السطح الميناني بشكل جيد بوساطة مادة لا تحتوي الفلور أو أية مادة زيتية مثل مســـحوق الخفان.

الشكل (٧-١٠) يبين تركيب الحاجز المطاطي وتحضير الحفرة

٢- نقوم بتبطين النقاط العميقة فقط والتي تبعد عن اللب أقل من ٠,٥ مم.

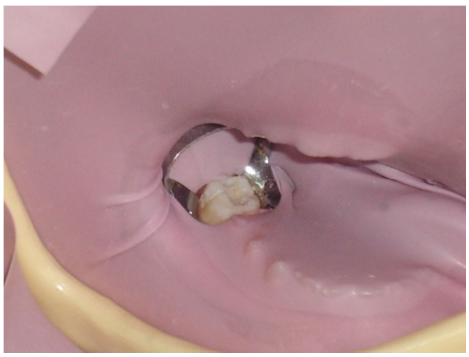
٣- يتم تطبيق الحمض المخرش وهو عادةً حمض الفوسفور ٣٠-٤٠% الذي يكون إما سائلاً أو هلامياً بوساطة فرشاة خاصة أو كرية قطنية صغيرة بشكل متعامد مع سطح الميناء لمدة ٣٠ ثانية، وعلى السطح العاجي لمدة ١٥ ثانية للحصول على مظهر طبشوري أبيض يكون على شكل شريط حول محيط الحفرة عرضه ٢مم كحد أدنى، وتطبيق الحمض يكون باللمس المتكرر بلمسات خفيفة دون اللجوء إلى حك السطح الميناني والعاجي أو مسحها لأن ذلك قد يعمل على التقليل من عمق الغؤورات المثبتة التي سيتم الحصول عليها، ويجب التأكيد على أن تطبيق الحمض يتم بعد الحصول على عزل تام وجيد مع الحفاظ على المنطقة المخرشة بمعزل عن اللعاب، حيث تبين أن تعرض المنطقة المخرشة للعاب ولو لفترة بسيطة يؤدي إلى تشكيل طبقة رقيقة من البروتين أو من الغليكوبروتين اللعابي تعيق التصاق المادة الرابطة بالنسج المينائية والعاجية، كما يؤدي التعرض الطويل للعاب إلى تحريض إعادة التمعدن في المنطقة المخرشة وفي كلتا الحالتين لابد من إعادة التخريش من جديد، وفي حالة عدم تحقيق التخريش بشكل جيد أو بقاء جزر مينائية لامعة غير مخرشة لابد من إعادة التخريش مرة ثانية بغية الحصول على نسج سنية مخرشة بشكل جيد ومتكامل في جميع أجزائها.

الشكل (٧-١١) يبين تطبيق الحمض المخرش على الميناء فقط

الشكل (٧-١٢) يبين تطبيق الحمض المخرش على الميناء والعاج

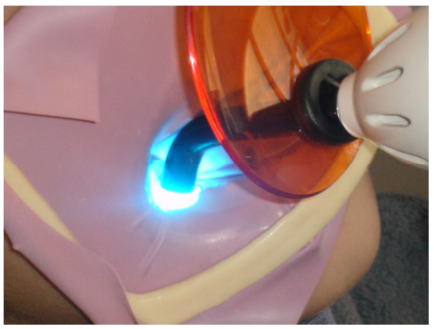
٤- يتم غسل الحمض بعد تطبيقه، بتوجيه تيار من الماء والهواء لمدة٢٠-٣٠ ثانية للتخلص من الحمض والبقايا المينائية والعاجية المنحلة في المنطقة المخرشة.

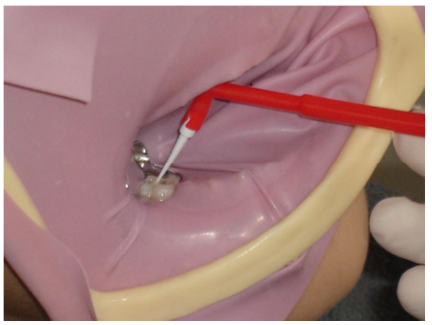
٥- نقوم بتجفيف المنطقة المخرشة بشكل تام على النسيج المينائي وبشكل جزئي على النسيج العاجي وذلك بتوجيه تيار لطيف ومتقطع من الهواء لمدة ٢٠ ثانية وبمساعدة الكريات القطنية الصغيرة وذلك لتجنب إحداث بلمهة في الأقنية العاجية، ولابد من الحفاظ على المنطقة المخرشة بشكل جاف ومعزول عن اللعاب حتى يتم تطبيق المادة المرممة.



الشكل (٧-١٣) يبين الحفرة بعد الغسل والتجفيف

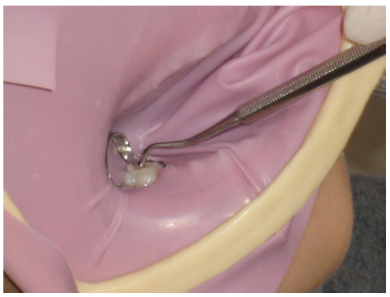
٦- تطبق المادة الرابطة على السطح المخرش وتصلب مباشرةً بتعريضـــها للضـــوء الأبيض، ويجب ألا تقل ثخانة المادة الرابطة عن ١٥ ميكروناً.





الشكل (٧-١٤) يبين تطبيق المادة الرابطة

٧- تنقل المادة المرممة إلى الحفرة المحضرة بعد تطبيق المسندة المناسبة وتوتيـــدها، ثم يتم بناء الترميم على شكل طبقات متتالية من الراتنج المركب بحيـــث لا تزيـــد ثخانة الطبقة الواحدة على ٢مم ويتم تصليب كل طبقة على حدة وبشـــكل مســـتقل حتى تمام البناء الكامل للترميم.



الشكل (٧-١٥) يبين تطبيق المادة المرممة

٨- نقوم بإنهاء الترميم باستعمال سنابل الإنهاء المناسبة بغية إعطاء الشكل التشريحي المطلوب بما يتضمنه من وهاد وميازيب وبعد استعمال سنابل الإنهاء الخاصة تستخدم أقراص ورق الزجاج المتدرجة الخشونة ومن ثم الأقراص المطاطية لإعطاء لمعان جيد للترميم، وتكون السيطرة على عملية الإنهاء أفضل في حال استعمال السرعات البطيئة والوسط الجاف، على ألا يؤدي ذلك إلى ارتفاع درجة الحرارة، ولابد من استخدام ورق العض للتأكد من الوضع الإطباقي الصحيح للترميم مع الأسنان في الجهة المقابلة.

الشكل (٧-١٦) يبين عملية الانهاء والتلميع

٧-١٢إصلاح ترميمات الراتنج المركب Repair Of Composite Restorations

يمكن لترميمات الراتنج المركب أن يضاف إليها طبقات إضافية جديدة من الراتنج المركب بهدف إصلاح أي عيب يمكن أن يظهر في الترميم، أو بهدف تعديل شكله الخارجي، أو تدارك أي نقص قد يكتشف في الترميم، وتتم عملية الإضافة أو الإصلاح في الترميمات الحديثة التي لم يمض على تماثرها وقت طويل عن طريق إضافة طبقة جديدة مباشرة على الترميم، ففي الترميمات المتماثرة جزئياً يتواجد على سطحها طبقة مثبطة كيميائياً (الطبقة المثبطة بالأكسجين ويكون النشاط الكيميائي فيها بطيئاً)، كما أنها لا تكون قد تعرضت للتلوث أو امتصاص الماء، وبالتالي تلتصق فيها المادة الجديدة المضافة بشكل جيد، أما في حال إصلاح الترميمات التي انقضى على وجودها داخل الفم أشهر أو سنوات فلابد هنا من إزالة الطبقات السطحية من الترميم الملوث والمشبع بالماء، ويفضل إجراء بعض المثبتات الميكانيكية في الجزء المتبقي منها ثم يتم تجفيف السطح بشكل جيد وتوضع طبقة من المادة الراتنجية الرابطة غير المملوءة التي يجب تصليبها بالضوء ويتبع ذلك تطبيق الراتنج المركب الجديد وتصليبه بالضوء.