[19] **المملكة العربية السعودية SA**
مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية

[11] **رقم البراءة:** ١٢٨٨
[45] **تاريخ المنح:** ١٤٢٧/٠٨/٢٧هـ
الموافق: ٢٠٠٦/٠٩/٢٠م

[12] براءة اختراع

[72] **اسم المخترع:** جون اف. كين، نورمان آر. موريز
[73] **مالك البراءة :** أميرون انك.
عنوانه: ٢٤٥ ساوث لوس روبليس أفينيو، باسادينا، كاليفورنيا ٢٨٩٤-٩١١٠١، امريكا
[74] **الوكيل:** احمد نجدت بازارباشي

[21] **رقم الطلب:** ٩٥١٦٠٣١٨
[22] **تاريخ الإيداع :** ١٤١٦/٠٥/٢٠هـ
الموافق : ١٩٩٥/١٠/١٤م

[51] **التصنيف الدولي[7] :**
Int. Cl.[7]:C08L 61/10

[56] **المراجع:**

براءة أمريكية	٥٢١٩٩٣٢	١٩٩٣/٠٦/١٥م
براءة أمريكية	٥٢٨٦٥٧٤	١٩٩٤/٠٢/١٥م
براءة أمريكية	٥٣٧٨٧٨٩	١٩٩٥/٠١/٠٣م

اسم الفاحص: محمد بن سعد اليحيى

[54] اسم الاختراع: تركيبات راتنج فنولي ذات مقاومة محسنة تجاه الصدمات

[57] **الملخص:** تُعَدّ مركبات سيلوكسان الفنولية في نموذج أول باتحاد فنول مع ألدهيد ومع أَلْكْ أُكسي alkoxy أو سيليكون ذي مجموعة سيلانول وظيفته ؛ وفي نموذج ثان باتحاد راتنج نوفولاك فنولي مع مانحة لألدهيد غل ومع أَلْكْ أُكسي alkoxy أو سيط ذي مجموعة سيلانول وظيفية ، وفي تجسيم ثالث باتحاد راتنج رزول فنولي أَلْكْ أُكسي alkoxy أو مع وسيط سيليكون ذي مجموعة سيلانول وظيفية.ويمكن ، اختيارياً ، إضافة حفاز لتسهيل تكوين راتنج فنولي من فنول والدهيد غل ، ويمكن حفاز لتسهيل تكثف الراتنج الفنولي ، على الأقل حفاز واحد ، لتسهيل حلمهة التحليل المائي و/أو تكثيف السيليكون الوسيط . ويمكن أن يشمل حفاز الراتنج الفنولي حموضاً ، وقواعد ومواد مانحة لألدهيد النمل . أما الحفاز الوسيط السيليكوني فيمكن أن يتضمن مركبات عضو معدنية ومركبات ، أمينية ، ومزائج منهما . تتفاعل المكونات لتكوين تركيب سيلوكسان فنولي يتضمن IPN من السيلوكسان وبوليمرات فنولية ، ذات مجموعات سيلوكسان داخل البوليمر الفنولي . ولتركيب السيلوكسان الفنولي مقاومة كيميائية ضد اللهب والحرارة تساوي أو تتعدى مقاومة راتنجات فنولية تقليدية ، ولها خواص محسنة من مقاومة الصدمات ، وقوة شد ، وعامل ثني ، وكثافة إذا ما قورنت بتركيبات سيلوكسان فنولية تقليدية لا تحتوي على سيلوكسان.

٧٨ عنصر حماية

تركيبات راتنج فنولي ذات مقاومة محسنة تجاه الصدمات

الوصف الكامل

خلفية الاختـــراع:

يتعلق هذا الاختـــراع عموماً بتركيبات راتنجية فنوليـــة مفيدة في مقاومـــة الحريـــق (النيران) ، مع بث دخـــان قليل وسمية دخان ضئيلة ، ومقاومـــة حرارة ، ومقاومة كيميائيـــة وسحْج جيد ومقاومـــة البلى في عدد من الاســـتعمالات ، ويتعلق الاختـــراع الحالي ، بوجـــه خاص بتركيبات فنولية معـــدلة بالسيلوكسان ، وهذه بالإضـــافة إلى خواص مقاومة الحـــريق والحرارة الممتازين ... الخ المذكورة آنفـــاً ، بتوفّر قـــوة محســـنة تجاه الصدمة حرارة وقوة محســـنة فضاليـــة بعد التعرض للحـــريق ، وعامل ثني محســـن ، ورجوعية محســـنة فـــي رغوة فنوليـــة.

تعد صناعـــة الراتنجات الفنوليـــة أقدم الصناعات ، فقد كانت تُكـــــون قـــديماً عـــن طـــريق تفاعل مُحفّز بين فنول وألدهيد النمـــل . والراتنجات الفنولية بوجـــه عـــام ، ولـــيس على وجه الحصـــر ، تتصلّد بالحرارة بالطبع وتتميـــز بمقاومتها الممتـــازة للحرارة ، واللهب ومقاومتها الكيميائيـــة وبخواص كهـــربية جيدة ، ومقاومة جيدة للرطـــــوبة والأكســـجين ، والتصاق ممتاز بأنواع عريضـــة من المواد ، وضـــالة نفقة الانتاج . وقد أدت الخواص إلى اســـتخدام واســـع انتشار الراتنجات الفنوليـــة في بعض التطبيقـــات كالأخشـــــاب وتـــرابط الأليـــاف ، وسحج مغطاة وملتحمـــة ، وعناصـــر الاحتكاك ، ورُبُط لقوالب الرمل ، وألباب في السَّبْك وتركيبه ولـــذا فإن صناعيـــة ، ورقـــائق زخرفيـــــة ، ومركبـــــات مقولبـــــة وتغليـــف ، قليل من كثيـــر.

بالرغم من أن الراتنجات الفنوليـــة المعالجة لها خواص فيزيائية ممتـــازة لمقاومـــــة الحرارة ، واللهب والكيماويات ، فإن الراتنجات الفنوليـــة قاســـية أصلاً وهشـــة ن ولذلك فلها مقاومـــة ضعيفة تجاه الصـــدمات نسبياً ولها مـــرونة . الراتنجات الفنوليـــة الناجمـــة عـــن طـــريق تفاعـــل قـــا الفنول مع ألدهيد النمـــل بحفز قاعـــــدي ، مثـــل زولات فنوليـــــة ، تظهـــر قصامة (هشاشة) متســـبباً بكثافة تشـــابك عال يوجد على امتداد البنية البوليمـــــرية بفضـــل الأعداد الضخمـــة من مجمـــوعات متيلول التي تشـــارك فـــي تفـــاعلات إدخـــــال المتيلول.

إن هشاشة ونقص المرونة من مثل هذه الراتنجات الفنولية المعالجة تمنع استخدامها في تطبيقات حيث يرغب أن تُكوّن البنية بواسطة راتنج من هذا القبيل أو مادة مغطاة براتنج من هذا المركب أو مقاوم للصدمات إلى حد ما . والمواد المغطاة لراتنجات فنولية من هذا القبيل ، التي تُعرض إلى الثني إلى حد ما أو تفقد مقاومتها للصدمات وللحرارة ، وللهب والكيماويات عند تغليفها بهذه الراتنجات ، تصبح غير محمية لأن الثني من هذا القبيل أو الصدمة تؤدي إلى كسر الغلاف الهش ثمة تقنيات معروفة لتكوين تركيبات راتنجية فنولية لها مرونة محسنة من هذه التقنيات إدخال نشارة خشب ، أو مكونات تقوية أخرى ، وصبغات مع بعض الإضافات الأخرى لتوفر تركيباً فنولياً لدناً بالحرارة قابل للتشكيل ذات مرونة محسنة . على أية حال ، فإن إدخال مثل هذه المكونات المقوية والإضافات له تأثير خفض مقاومة الحرارة ، واللهب والكيماويات . طبقاً لذلك ، فإن القدرة على التزويد بتركيبات فنولي مرن وفقاً للتقنيات المذكورة تمثل حلاً وسطاً بين مقاومة منخفضة مرونة متزايدة . وعند التطبيق والاستخدام ، حيث يحتاج لكل من المرونة والمقاومة تكون هذه التقنية غير عملية.

ثمة تقنية أخرى لتكوين راتنج فنولي له مرونة محسنة بواسطة تلدّن داخلي . تحجب في هذه التقنية نسبة من مجموعات المتيلول ، أي تتحول إلى إسترات بإضافة غول مثل بوتانول . ويتفاعل الغول مع مجموعات المتيلول بامتياز ليعطي سلاسل بوتْ أُكسي butoxy جانبية للرزولات . إن استخدام مثل هذه التقنية يقلل كثافة التشابك العالية ويحسن مرونة الراتنج الفنولي المعالج الناتج بخفض فعالية الراتنج.

على أية حال ، المرونة المحسنة المكتسبة عبر مثل هذه التقنية هي على حساب مقاومة منخفضة تجاه ، واللهب والكيماويات . طبقاً لهذا ، فإن هذه التقنية غير مفيدة في توفير راتنج فنولي يكون مرناً ومقاوماً للحرارة ، واللهب الكيماويات في آن واحد إلى درجة عالية.

وبالإضافة إلى أن الريزولات الفنولية المستخدمة لصناعة مركبات قولبة ، فإن رقائق تحتوي على مستويات عالية من ماء وإذا استخدمت الحرارة أثناء عملية المعالجة يتبخر الماء مخلفاً فتحات صُغرى (دِقية) يمكن أن تؤدي إلى خفض قوة

الشد وعامل الثني للراتينج المعالج الناتج ، مما يسهم أيضاً إلى التهشم وعدم مرونة الراتنج إن هذه الفتحات الصُغرى يمكن كذلك أن تؤدي إلى زيادة في امتصاص الرطوبة عن طريق السطح المسامي وإلى مقاومة الراتنج.

لذلك فإنه من المرغوب فيه أن يكون تركيب راتنجي فنولي معداً بحيث يظهر خواص فيزيائية من مرونة جيدة ومقاومة صدمات بدون خفض الخصائص من مقاومة الحرارة ، واللهب والكيماويات أن يظهر تركيب الراتنج الفنولي غير قادرٍ احتباساً متناقصاً للماء أثناء تكوين وأن يظهر أيضاً تكوين فتحات صغرى منخفضاً أثناء المعالجة.

الوصف العام للاختراع:

وعليه يوجد بشرط من هذا الاختراع بطريقة عملية تركيبات فنولية أُعدت باستخدام كمية كافية من السيليكون الوسيط لتكوين تركيبات سيلوكسان فنولية ذات خواص معززة المرونة ولمقاومة الصدمات إذا ما قورنت بالتركيبات الفنولية التقليدية ، التي لا تحتوي على سيلوكسان . أول نموذج بعد باتحاد فنول أو فنول ذي بديل بألدهيد وبـ أَلْكْ أُكسي alkoxy أو بسيليكون وسيط ذي مجموعة سيلانول . ثاني نموذج يُعَدّ باتحاد نسبة رئيسية من راتنج نوفولاك فنولي بألدهيد غل مانحاً ونسبة دنيا من أَلْكْ أُكسي alkoxy أو سيليكون وسيط ذي مجموعة سيلانول.

نموذج ثالث يُعد باتحاد نسبة رئيسية من راتنج رزول فنولي مع نسبة دنيا من أَلْكْ أُكسي alkoxy أو سيليكون وسيط ذي مجموعة سيلانول . وتتعرض كل المكونات لتفاعلات في كل نموذج لتفاعلات تكثيف لتكوين شبكة متداخلة من بوليمر فنولي وبوليمر سيلوكسان مع سيلوكسان أو مجموعات Si-O- الموجودة في البوليمر الفنولي.

في النموذج الأول ، يختار حفاز من المجموعة المشتملة على حموض وقواعد ويستخدم لتسهيل تكوين راتنج ريزول فنولي أو نوفولاك فنولي من فنول أو فنول ذي البديل مع مكونات ألدهيد.

وإذا ما رغب فيمكن أن يستخدم حفاز في النموذج الأول أو الثاني أو الثالث لتسهيل عملية التكثيف للراتنج الفنولي المكون حديثاً أو راتنج فنولي أداة أولية ، ويمكن أن تتضمن حموضاً ، وقواعد وألدهيد نمل مانحاً بناءً على الراتنج الفنولي المكون ريزول فنولي أو راتنج نوفولاك فنولي وإذا ما رغب فيمكن أن تستخدم كمية كافية من حفاز في النموذج الأول أو الثاني ، أو الثالث لتسهيل الحلمهة و/أو تكثيف

السيليكون الوسيط عند درجات حرارة منخفضة . ويمكن أن يشمل الحفاز مركبات عضو معدنية ، ومركبات أمينية ومزائج منها . ثمة حفاز مفضل هو مزيج من مركب عضو معدني من مركب أميني.

الفنول ، والألدهيد ، والسليكون الوسيط في النموذج الأول ؛ الراتنج الفنولي نوفولاك ، وألدهيد النمل المانح والسيليكون الوسيط في النموذج الثاني ؛ الراتنج الفنولي رزول والسليكو الوسيط في النموذج الثالث ؛ وأي من الحفازات الرغوية بالاختيار تمزج معاً لتكوين تركيب سيلوكسان فنولي له خواص محسنة لمقاومة الصدمات وقوة الشد ، وعامل الثني والكثافة مقارنة بتركيبات راتنج فنولي تقليدي لا تحتوي على سيلوكسان . بالإضافة إلى ذلك تركيبات سيلوكسان الفنولية لها خواص مساوية أو أفضل في مقاومة الحرارة ، واللهب والكيماويات

شرح مختصر للرسومات:

هذه المقومات ومقومات أخرى والمميزات ستدرك إدراكاً كاملاً بالرجوع إلى المواصفات وعناصر الحماية والأشكال.

شرح مختصر للرسومات:

هذه المقومات ومقومات أخرى والمميزات ستدرك إدراكاً كاملاً بالرجوع إلى المواصفات ، وعناصر الحماية والأشكال.

شكل ١ : منظر متساوي الأبعاد من أنبوبة فتيل ملتف يتضمن فتيلاً متصلاً بتركيب سيلوكسان فنولي أُعد وفقاً لقواعد هذا الاختراع ؛

شكل ٢ : منظر متساوي الأبعاد من أنبوبة فتيل مقواة بالفولاذ الفتيل متصل بتركيب سيلوكسان فنولي أُعد وفقاً لقواعد هذا الاختراع ؛

شكل ٣ : ارتفاع جانب قطاعي عرضي من لوح مركب خشبي يتضمن رباط تركيب سيلوكسان فنولي أُعد وفقاً لقواعد هذا الاختراع ؛

شكل ٤ : منظر متساوي الأبعاد من قطعة رغوة تتضمن تركيب سيلوكسان فنولي أعد وفقاً لقواعد هذا الاختراع ؛

شكل ٥أ : منظر متساوي الأبعاد من بطانة مكبح تتضمن تركيب سيلوكسان فنولي أُعد وفقاً لقواعد هذا الاختراع.

شكل ٥ب : منظر متساوي الأبعاد من بطـــانة مخلـب قـابض تتضـمن تركيـب سيلوكســان فنولي أُعــد وفقاً لقواعد هذا الاختــراع.

شكل ٦ : منظر متساوي الأبعاد من قرص جَلْخ يتضمن رباط تركيب سيلوكســـان فنولي أُعــدّ وفقاً لقواعــد هذا الاختــراع.

الوصف التفصيلي:

تعد تركيبات هذا الاختــراع الفنولية باستخدام كميــة كافيــة من السيليكون الوســيط لتكــوين تركيبات سيلوكســان فنولية . يمكن أن تُعدّ مثل تركيبــات السيلوكسان النوفية هذه بعــدد من الطــرائق المختلفة.

إحدى هذه الطــرائق ، هي اتحاد فنول مع ألدهيــد وسيليكون وسيط ثمــة طـــريقة أخــرى هي اتحاد راتنج نوفولاك فنــولي ، وقد أعد جــراء تفاعل فنــول مع ألدهيــد ، مع مانح ألدهيــد النمــل وسيليكون وســيط . وثمة طــريقة أخرى كذلك ، باتحاد راتنج ريزول فنولــي ، أعد أصــلاً جراء تفاعــل فنــول مع ألدهيــد ، مع ســيليكون وســـيط . ثمــة تركيبات سيلوكسان فنــولية من هذا الاختــراع لها خواص محسنة من المرونــة ومقاومــة الصدمات داخل التركيبات المعالجــة إذا ما قورنت بتركيبات تقليــدية فنــولية لا تحتـــوي على سيلوكســان.

تشمل تركيبــات سيلوكسان الفنوليــة المكــونة طبقاً لقواعد هذا الاختـــراع شــبكة بوليمــر متداخلــة (IPN) . وتتكون IPNs من هذا الاختــراع من سلاسل بوليمــر متشــابكة غيــر متشابهة كيميائياً ؛ أي سلاسل بوليمــر سيلوكســان وسلاسل بوليمــر فنولية ، وذات روابط كيميائية قليلة أو ليس بينها روابــط كيميائية . وتتماسك سلاسل بوليمــر السيلوكســان وسلاسل بوليمــر فنولية بتشبكات سلسلية دائمــة.

يمكن أن تعد تركيبــات سيلوكسان فنولية من هذا الاختــراع باستخدام:

(١) حفاز لتقليل زمن التفاعــل ولخفض درجة الحـــرارة المصــاحبة لتكـــوين تركيــب سيلوكسان فنــولي ؛ (٢) مواد إضــافية ومعدلات لتحســين بعض الخواص مثل الإنسياب ، والمرونة القابلية للتثني وما شابه ذلك ؛ و (٣) استخدام صبغات و/أو مواد حشــو لتوفيـــر لون منشــود مرغوب فيه و/أو تماسك (متانة).

وعن طــريق أي من هذه التقنيات ، يعد راتنج فنــولي بوليمــري يحتـــوي علـــى مجمــوعات سيلوكسان في البوليمــر . ومجمــوعات السيلوكسان هي في البوليمــر الأولي غيــر المعالج عندما أعدت من خــلال التشييد الأصــلي للسيلوكسان الفنــولي وهي داخــل

البوليمر المشابك على أية حال . ومجموعات السيلوكسان تقع داخل العمود الفقري من البوليمر الفنولي ولا تظهر فقط على أنها مجموعات جانبية . ويعتقد أن هذه المجموعات تسهم على زيادة مرونة البوليمر الفنولي وتجعل البوليمر الفنولي الذي يحتوي على السيليوكسان أكثر مقاومة للصدمات وأكثر مرونة من تركيب بوليمر فنولي غير معدل ، وذلك بدون خسارة مقاومة الحرارة والمواد الكيماوية.

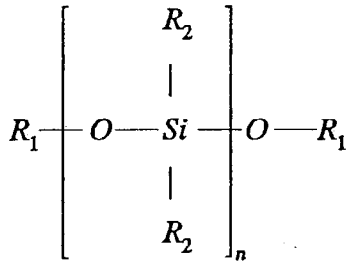
في أول نموذج يعد تركيب سيلوكسان فنولي باتحاد فنول أو فنول ذي بديل مع ألدهيد وسيليكون وسيط . وعلى الرغم من أن الفنول يفضل مادة شروع ، إلا أنّ مشتقات الفنول ذات البدائل مثل أورثو – وميتا – وبارا – كريزول ، وبارا – ثالثي بوتيل فنول ، وبارا أُكتيل فنول ، وبارا – نونيل فنول ، وبارا – فنيل فنول ، وثنائي فنول bisphenol A ورِزورْسينول ، ويمكن استخدام سائل غلاف جوزة البلاذر . وإن اختيار استخدام الفنول أو الفنول ذي البديل مادة الشروع يمكن أن يعتمد على الاقتصاديات ووجود المواد الخام ، وعلى عملية التصنيع ، أو يمكن أن يعتمد على الخواص المنشودة بالنسبة للتركيب الناتج.

فيما يتعلق بمكون الألدهيد ، فالمفضل بوجه خاص هو ألدهيد النمل . ومن الألدهيدات المناسبة والمواد المانحة الألدهيد غير ألدهيد النمل بحيث يمكن أن يتحد مع فنول أو فنول ذي بديل لإعداد تركيب سيلوكسان فنولي من هذه الألدهيدات : ألدهيد الخل وبارا ألدهيد وجليوكسال ، وهكسا متيلن رباعي أمين وفورفوراك . وكمية مكون الألدهيد التي تضم إلى الفنول تُحدّد نوع الراتنج الفنولي الذي سيتكون جراء الضم أي ، إما سيتكون تركيب سيلوكسان رزول فنولي أو تركيب سيلوكسان نوفولاك فنولي . وسواء كان ما يرغب أحدهما طبقاً لخواص مركب السيلوكسان الفنولي المرغوب فيها.

وإذا اتحد مكون الفنول مع فائض مولاري من ألدهيد وسيليكون وسيط وإن التفاعل الناجم ، ينتج تركيب سيلوكسان رزول فنولي . وإذا اتحد مكون الفنول بنقص مولاري من ألدهيد فإن التفاعل الناجم ، ينتج تركيب سيلوكسان نوفولاك فنولي.

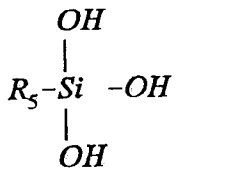
فيما يتعلق بالسيليكون الوسيط ، وبمجموعة ألْكْ أُكسي ووسيط سيليكون ذي مجموعة سيلانول فيمكن أن تستخدم لتكوين تركيبات من هذا الاختراع . والسيليكون الوسيط ، كما يعزى إلى هذا الاختراع ، إنما هو بنيات بوليمر كيميائي بحيث يكون لها -Si-O-

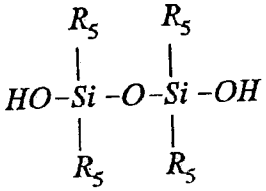
عموداً فقـرياً وبحيث هي مؤهلة للخضـوع لتفاعل آخـر ، مثل ، الحلمهـة و/أو لتكثيـف لتكـوين بنية بوليمـر معالـج . ثمة صنف مفصـل من السيليكون الوسيط له الصـيغة

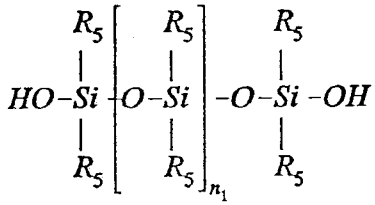


وحيث أن كلاً من R_2 تختار مستقلة من المجمـوعة المكـونة من مجموعة هيدروكسـي ، وألكيـل ، وأريل ، وأريل أوكسـي وألْكْ أُكسـي ذات حتى ٦ ذرات فحـم وحيـث أن R_1 تختار مسـتقلة من المجمـوعة المكـونة من هيدروجين ، وألكيل ، وذرات أروماتيـة ذات حتى ١٢ ذرة فحم أكثـر ، وحيث n هي عـدد صحيح يتراوح من ١ إلى ٥٦ ، تختار بحيث يكـون متوسط الـوزن الجزيئي للسـيليكون الوسيط من حـوالي ١٥٠ إلـى حـوالي ١٠,٠٠٠ . ويعتقد أن الـوزن الجزيئي للسيليكون الوسـيط المختار قد يكـون علـى مـدى تكـوين IPN وبوليمـر السيلوكسان ، وأن النسبة من مجمـوعات سيلوكسان التـي تتبلمـر تآزرياً مع البوليمـر الفنولي لتكـوين طـور متواصل.

ويمكن أن تمثل مجموعة أخـرى من وسـيط بمجموعة هيدروكسـيل (OH) تحتـوي على مادة سيليكون بما فيها تلك المـواد بحيث أن المجمـوعة OH أو المجموعـات توصـل مباشرة بذرة السيليسيوم ، مثل مواد السـيلانول ذات الصـيغة العامة

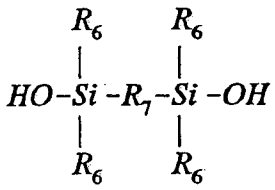






حيث أن مجموعة R_5 يمكن أن تتضمن شق فحم هيدروجيني اختير من المجموعة المتضمنة ألكيل أو ألكنيل أو ألكيل حلقي ، وأريل ، وألك أريل ، أو أر ألكيل ، وحيث n1 يمكن أن تكون عدداً صحيحاً يتراوح ما بين ١ إلى ٣٠.

وثمة مجموعة أخرى كذلك من OH ضمن مواد سيليكون هي مواد بحيث تشمل متصلة بذرة سيليسيوم وقد اتصلت بذرتي سيليسيوم أو أكثر متصلة عبر شقوق عضوية ثنائية التكافؤ مثل تلك ذات الصيغة العامة



يمكنها أن تحتوي على مجموعة OH أخرى أو يمكن أن تحتوي على شق فحم هيدروجيني اختير من مجموعة تتضمن ألكيل ، وألكيل حلقي ، وأريل ، وألك أريل وألكيل أريل ، حيث R_7 يمكن أن تحتوي على شق عضوي ثنائي التكافؤ اختير من مجموعة تتضمن متيلن ، وبولي متيلن ، وأرليئن ، وبولي أرالين ، الكيلن حلقي وبولي الكيلن حلقي.

ثمة سيليكون وسيط ذو مجموعة مِتْ أُكسي مفيد في هذا الاختراع يشمل – ولا يقتصر عليها – DC-3074 ، و DC-3037 من Dow Corning . شركة Midland, Mish: SY-231 (وزن جزيئي قرابة ١٠٠٠) وسيليكون وسيط ذو مجموعة سيلانول ذو Si-OH بنسبة تتراوح من نحو ٠,٥٪ إلى ٦٪ من الوزن . والسيليكون الوسيط ذو مجموعة السيلانول المتاح تجارياً ومفيد في هذا الاختراع يتضمن – ولايقتصر على ذلك – ثنائي فنيل ثنائي سيلان (وزن جزيئي قرابة ٢١٦) ، Wacker Silicones SY-409 (وزن جزيئي قرابة ١٠,٠٠٠) و SY-430 ؛ و DC840 ، و DC805 ، و DC806A ، و DC840 ، و Z-6018 ، و DC-1-2530 ، و DC-6-2230 ، و DC-1-0409 ، و DC-1-0410 وراتنجات رقائقية ٢١٠٣ ، و ٢١٠٤ و ٢١٠٦.

يُعد نموذج أول مفضل من تركيب سيلوكسان نوفولاك فنولي باتحاد فنول أو فنول ذي بديل ، وألدهيد من مثل ألدهيد النمل وسيليكون وسيط . وعلى أساس وزن

شحنة من مول واحد من فنول ، سوف يتغير وزن ألدهيد النمل بين ٠,٧٥ و ٠,٩٠ مول ، وأن وزن السليكون الوسيط سوف يتراوح بين ٠,٠١ و ٠,٣ مول . والنسبة المولارية من الفنول إلى ألدهيد النمل في راتنج نوفولاك فنولي هي كما هو معهود ١ : ٠,٧٥ – ٠,٩٠ . الجدول ١ يبيّن المجالات المولارية النموذجية من السيليكون الوسيط ، ذي أوزان جزيئية مختلفة استخدم في إعداد تركيب سيلوكسان نوفولاك فنولي.

جدول ١

سليكون وسيط	وزن جزيئي	١ مول فينول و ٠,٧٥ مول ألدهيد نمل	١ مول فينول و ٠,٩٠ مول ألدهيد نمل
ثنائي فنيل ثنائي سيلان	٢١٦	٠,٠١– ٠,٠٣ مول سيليكون وسيط	٠,٠١– ٠. ٣ مول سيليكون وسيط
SY– ٢٣١	١,٠٠٠	٠,٠١– ٠,٠٢ مول سيليكون وسيط	٠,٠١– ٠. ٢ مول سيليكون وسيط
SY– ٤٠٩	١٠,٠٠٠	٠,٠١– ٠,٠٥ مول سيليكون وسيط	٠,٠١– ٠,٠٥ مول سيليكون وسيط

يُعد نموذج أول مفضل من تركيب سيلكوكسان رزول فنولي باتحاد فنول أو فنول ذي بديل ، مع ألدهيد من مثل ألدهيد النمل وسيليكون وسيط . وعلى اساس وزن شحنة من مول واحد من فنول ، سوف يتغير وزن ألدهيد النمل ما بين ١,٢ و ٣ مولات ، وأن الوزن من السيليكون الوسيط سوف يتراوح ما بين ٠,٠١ و ٠,٧ مول . والنسبة المولارية من فنول إلى ألدهيد النمل في راتنج رزول فنولي هي كما هو معهود ١ : ١,٢–٣ . والجدول ٢ يبيّن المجالات النموذجية من السيليكون الوسيط ، ذي أوزان جزيئية مختلفة وقد استخدم في إعداد تركيب سيلوكسان رزول فنولي.

جـــدول ٢

سيليكون وسيط	وزن جزيئي	١ مول فنول و ١,٢ مول ألدهيد النمل	١ مول فنول و ٣ مولات ألدهيد النمل
ثنائي فنيل ثنائي سيلان	٢١٦	٠,٠١- ٠,٧ مول سيليكون وسيط	٠,٠١- ٠. ٣ مول سليكون وسيط
SY- ٢٣١	١,٠٠٠	٠,٠١- ٠,٠٢ مول سيليكون وسيط	٠,٠١- ٠,٠٢ مول سيليكون وسيط
SY- ٤٠٩	١٠,٠٠٠	٠,٠١- ٠,٠٥ مول سيليكون وسيط	٠,٠١- ٠,٠٥ مول سيليكون وسيط

لكل من النموذجين المذكـــورين آنفاً ، يُرغب أن يســـتخدم السيليكون الوسيط بنســـبة تتراوح ما بين نحو ٠,٥ إلى ٣٥٪ من الوزن . ثمة نموذجـــات أولى من تركيب السيلوكسان الفنولي محتوية على أقل من ٠,٥٪ من وزن السيليكون الوسيط ، يمكن أن يكـــون تركيباً له خواص جيدة في مقاومة الحرارة ، اللهب والكيماويات ، لكن يمكن أن يكـــون لـــه خـــواص فيزيائية مثل مرونة مخفضة وهشاشة متزايدة إذا ما قورن بتركيب يتضمن ما بين ٠,٥ إلـــى ٣٥٪ من الوزن سيليكون وسيط . ثمة ونموذجـــات أولى من تركيـــب سيلوكســـان فنـــولي تتضمن أكثر من ٣٥٪ من الوزن سيليكون وسيط يمكن أن يكـــوّن تركيباً ذا خواص مقاومـــة مخفضة للحـــرارة ، واللهـــب والكيماويـــات ، ولكن لها خواص محســـــنة فـــي المرونـــة وهشاشة مختـــزلة إذا ما قورن بتركيب يتضمن ما بيـــن ٠,٥ إلى ٣٥٪ من الوزن سيليكون وســـيط.

عند تحضير أول تجسيمات مركب السيلوكسان الفينولي، يتم إستخدام عوامل محفـــزة للحصول على البوليمر الأولي المرغوب من راتنج الريزول أو الفونولاك، على سبيل المثال، عند تكوين مركب سيلوكسان فونولاك الفنيولي، يتم إستخدام أحمـــاض قويـــة مثـــل حمـــض كبريتيك، حمض سلفونيك، حمض أوكساليك أو حمض فوسفوريك، وذلك لتسهيل تكوين هـــذا البوليمر الأولي. وعند تكوين مركب سيلوكسان ريزول الفينولي، يتم إستخدام قاعدة قوية مثل هيدروكسيد الصوديوم، هيدروكسيد الكالسيوم، هيدروكسيد الباريوم وذلك لتسهيل تكوين هـــذا البوليمر الأولي. في أحد التجسيمات المفضلة، يمكن تحضير مركـــب سيلوكســـان فونـــولاك

الفينولي بإستخدام حوالي ٥٪ على الأكثر من الوزن عامل محفز حامض، ويمكن تحضير مركب سيلوكسان ريزول بإستخدام حوالي ٥٪ على الأكثر من الوزن عامل محفز قاعدي.

كما يمكن إستخدام عوامل محفزة أخرى، بالإضافة إلى، غير التي وصفت في تحضير التجسيمات الأولى لتسهيل تكثيف الراتنج الفينولي والسليكون الوسيط وخفض درجة الحرارة ووقت التفاعل. والعوامل المحفزة المستخدمة لتسهيل عملية تكثيف الراتنج الفينولي والسليكون الوسيط هي نفس العوامل المحفزة المذكورة، ويمكن إستخدامها بنفس الكمية، وتكون مثل التي يتم وصفها فيما بعد وتستخدم لتحضير التجسيمات الثانية والثالثة لمركب سيلوكسان فينول أي تركيبات سليوكسان فينولية مكونة من مواد بدء التفاعل التي تتضمن راتنجات نوفلاك فينولية وراتنجات يزول فينولية على التوالي.

في التجسيمات الأولى لتحضير مركبات راتنج فونولاك فينولية وسيلوكسان ويزال فينولي، يتم إتحاد الفينول مع مكونات السليكون الوسيط ثم إضافة الالدهيد لتكوين خليط من بوليمرات فينولية، بوليمرات سيلوكسانية، وبوليمرات سيلوكسان فينولية. ومن المفضل رفع درجة حرارة الخليط لتقللي وقت التفاعل.

على سبيل المثال، يمكن تحضير مركب سيلوكسان فونولاك فينولي عن طريق عملية متقطعة بإستخدام وعاء للتفاعل مغطى بالفولاذ الذي لا يصدأ ومعد بأرياش التربين أو بمقلب ثابت، مكثف للبخار، ووحدة للتحكم في درجة الحرارة. نموذجياً، يتم ملئ وعاء التفاعل بالفينول المنصهر، ويتم تشغيل المقلب ثم مضاف السليكون الوسيط. يمكن إضافة عامل محفز حامضي في هذا الوقت لتسهيل تكوين البوليمر. ثم يضاف فورمالين (٣٧- ٤٠٪ الدهيد مائي) إلى وعاء التفاعل، إما قبل رفع درجة الحرارة أو بالإضافة المحكمة عند درجة مرتفعة.

وينتج تفاعل تكثيف شديد ويكون طارداً للحرارة. وتكتمل خطوة التكثيف حتى نصل إلى الوزن الجزيئي المرغوب فيه، وأثناء ذلك، يمكن أن ينفصل الخليط إلى طورين مع فصل المكون الراتنجي. وسوف يتغير وقت التفاعل الفعلي وفقاً لتوزيع الوزن الجزيئي المراد الوصول إليه، إستخدام عامل حفاز أو أكثر، الأس الهيدروجيني، ونسبة الالدهيد إلى الفينول إلى السليكون الوسيط.

يتم خلط المكونات معاً، أثناء ذلك تحدث عملية تكثيف متعدد للفينول، الالدهيد والسليكون الوسيط، وهذا التكثيف يمكن إسراعه إختيارياً بواسطة عامل محفز، كما يتم ذكره فيما بعد. أثناء ذلك، تتعرض مجموعة الكوكسي الموجودة في السليكون الوسيط إلى عملية

تحلل مائي لتكوين السليكون المحتوي على سيلانول، والذي يتبلمر لتكوين بوليمر سيلوكسان والذي يتبلمر أيضاً مع البوليمر الأولي من راتنج فونولاك المكون حديثاً وذلك لتكوين تركيب سيلوكسان فينولي. طبقاً لهذا، يتضمن التركيب الناتج IPN من بوليمر فونولاك وسيلوكسان، ويتكون طوراً متصلاً من البوليمر الفينولي الذي يحتوي على مجموعة أو أكثر من سيلوكسان في عموده الفقري. يمكن تعجيل عملية التحلل المائي لمجموعة الكوكسي المتواجدة داخل السليكون الوسيط بواسطة عامل محفز، كما يوصف فيما بعد، كبديل آخر، يمكن إستخدام السليكون المحتوي على سيلانول في هذه العملية، والذي يمكن التبلمر مباشرة مع البوليمر الأولي من راتنج فونولاك المكون حديثاً.

في نهاية فترة التكثيف، الرطوبة المتبقية، والفينول الغير متفاعل والعناصر ذات الوزن الجزيئي الصغير يمكن إزالتهم بواسطة التقطير الجوي، في الفراغ أو بالبخار. والمرحلة التي عندها يجب توقف التقطير عادة يتم تحديدها بأخذ عينة من الراتنج وقياس درجة لزوجته المنصهرة. بعد تبريد الراتنج، يمكن أن يتفاعل بطرق متعدد، يمكن بيعه على هيئة كتلة أو قشور، أو مركبة لتكوين مساحيق مقبولة، أو يمكن طحنها ومزجها مع هكسامين أو مواد حشو أخرى.

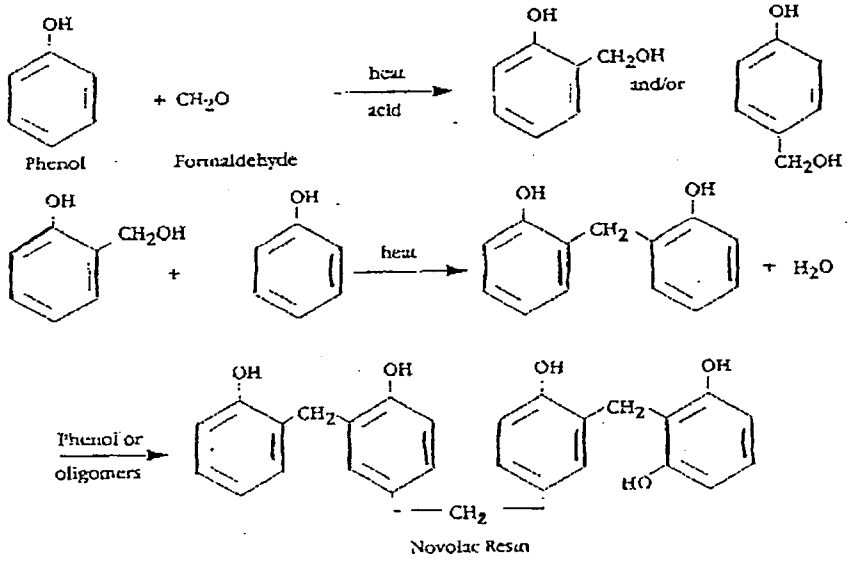
كمثال آخر، أول تجسيم لمركب سيلوكسان ريزول الفينولي يمكن تحضيره عن طريق عملية متقطعة بإستخدام نفس المعدات التي وصفت لتحضير التجسيم الأول لمركب فونولاك. نموذجياً، يتم ملئ وعاء التفاعل بالفينول المنصهر، ويتم تشغيل المقلب ثم مضاف السليكون الوسيط. يمكن إضافة عامل محفز قاعدي في هذا الوقت لتسهيل تكوين البوليمر. ثم يضاف فورمالين إلى وعاء التفاعل، عند درجة مرتفعة.

وينتج تفاعل طارداً للحرارة. وتتم عملية التكثيف عادة عند درجة حرارة تتراوح من ٦٠° إلى ١٠٠°م وعند الضغط الجوي المحيط أو بالإرتجاع، وذلك بسبب أن مركبات سيلوكسان ريزول هي نفسها تصلد بالحرارة، وتتم عملية إزالة المياه بسرعة وعند درجة حرارة منخفضة حتى تمنع تجاوز التفاعل أو تجمده. ونصل إلى نقطة النهاية عن طريق التحديد اليدوي للوقت اللازم لتجمد شريحة ساخنة، والذي يقل كلما زادت الرتنجة. ويمكن تبريد مركبات سيلوكسان وريزول الفينولية لإطالة مدة حفظهم وثباتهم.

التجسيم الثاني والثالث يتم تحضيره بإستخدام راتنج فونولاك وراتنج ريزول على التوالي كمادة لبدء التفاعل. كما يمكن إستخدام أي نوع من الرتنج الفينولي لتحضير مركبات

سليوكسان فينولية ويتم إختيارها وفقاً لغرض إستخدامها. والراتنج الفينولي المناسب يشمل الذين على قاعدة فينول، فينول مستبدل مثل بارا- ريزول، زيلينول، ثاني فينولي A، بارا- فنيل فينول، بارا- ثالث- بيوتيل فينول، بارا- ثالث- أوكتيل فينول وريزورسينول، مثل الذي وصف من قبل في التجسيم الأول. ويمكن ان يتم التفاعل الرئيسي لتصنيع الراتنج الفينولي بطريقة من إثنين، إعتماداً على نسب المفاعلات الأولى، أي الفينول والالدهيد وأيضاً إعتماداً على الأس الهيدروجيني للخليط.

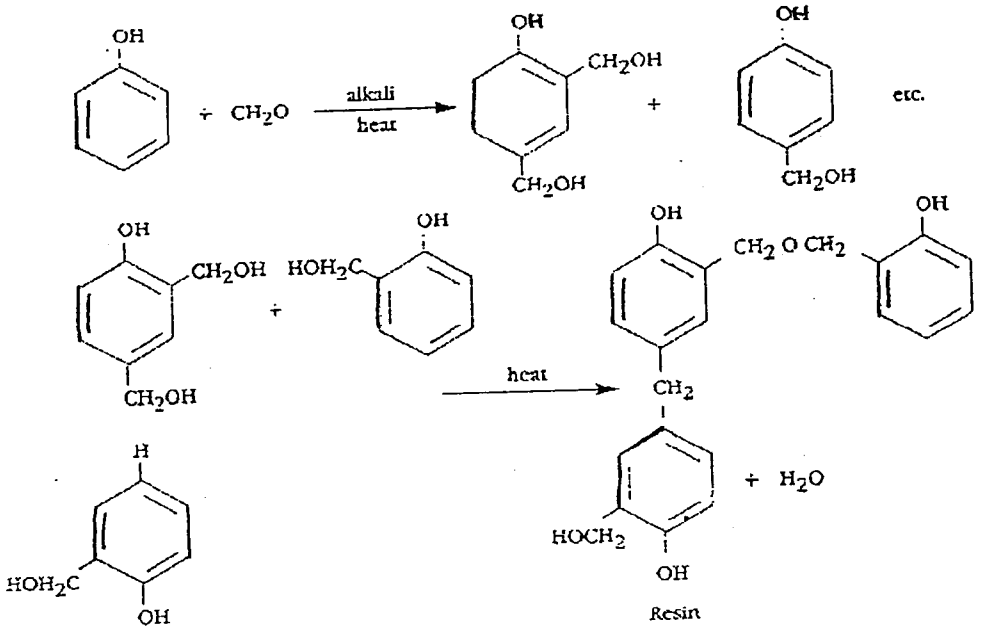
كما وصف من قبل، يتم تحضير الراتنجات الفينولية بإتحاد الفينول مع الالدهيد من قبل، يتم تحضير الراتنجات الفينولية بإتحاد الفينول مع الالدهيد ويتم تقسيمهم إلى قسمين راتنجات فونولاك فينولية أو راتنجات ريزول فينولية. وتكون راتنجات فونولاك مواد لدنة بالحرارة وتكون بتسخين الفينول مع كمية قليلة جداً من فورمالدهيد (عادة فورمالين) في وجود عامل حفاز حامضي (عادة حمض أوكساليك أو كبريتيك). ومن المفضل أن تكون النسبة الجزيئية للفورمالدهيد/ فينول (F/P) أقل من واحد، وإلا سوف يحدث تشابك وتجمد أثناء التصنيع. ويكون هذا التفاعل طارداً للحرارة بشكل واضح. ويمكن توضيح تفاعل تكوين راتنج فونولاك كما يوضح فيما بعد



ويتم التفاعل أولاً بتكوين كحوليات فينولية وثانياً بتكثيف هذه الكحوليات، والذي يتم سريعاً في وجود فائض من الفينول لتكوين بوليمرات فينولية ذات سلسلة قصيرة، على سبيل

المثال تتراوح من ٢ إلى ١٠ حلقات فينولية، وتكون هذه الحلقات متصلة ببعضها بواسطة مجموعات مثيلين. ويكون فونولاك الفنيولي راتنج لدن بالحرارة، ويحتوي على أجزاء صغيرة من الميثلول، وله وزن جزيئي من حوالي ١٢٥ إلى ٥٠٠٠، وتظهر نقطة تحول عن درجة حرارة ٤٥°م إلى ١٠٠°م. وفونولاك الفينولي لا يتكثف مرة أخرى من نفسه إلى إذا تم إضافة كمية فورمالدهيد أخرى أو مواد فعالة، أي مواد تخرج فورمالدهيد مثل هكسا مثيلين رابع أمين. بالرغم من أن معظم الروابط المتداخلة في فونولاك هي روابط مثيلين، إلا أنه تم التعرف على بعض مركبات بنزيل أمين أيضاً.

وراتنجات ريزول الفينولية هي راتنجات تصلد بالحرارة، وتسمى دائماً براتنجات المرحلة الواحدة. يتم تحضيرها بتسخين الفنيول مع فورمالدهيد (عادة فورمالين) بإستخدام عامل محفز قاعدة (عادة صودا كاوية للراتنجات القابلة للذوبان في الماء أو أمين للراتنجات التي تشكل كرقائق بالكهرباء). وتكون نسبة (F/P) أكبر من واحد. وتم تمثيل تفاعل تكوين الريزول الفينولي كما يوضح فيما بعد



أثناء التفاعل، تتم إضافة الميثلول للفينول مع تكثيف بسيط. ويمكن للكحوليات الفينولية أن تتكثف معاً في هذه الظروف لتعطي وبوليمرات بها إثير بالإضافة إلى روابط المثيلين التي توجد بين الحلقات الفينولية. والأكثر أهمية، نتج التفاعل بوليمرات فينولية يمكنها تحمل مجموعات ميثلول أكثر . إعتماداً على نوع المادة الفينولية الخام ، ومدى إمكانية إتمام التفاعل،

يمكن أن يغطى الريزول مدى واسع من المركبات ويمكن أن يكون سائل أو صلب، يذوب في الماء او لا يذوب، قاعدي أو متعادل، يعالج ببطء أو نشط. والريزولات الفينولية النموذجية لها وزن جزيئي من ١٥٠ إلى ٢٠٠٠.

الريزولات الفينولية سوف تتكثف بنفسها مع الحرارة لتكوين بوليمر فينولي متشابك بدون إضافة أي من العوامل المعالجة. يمكن إستخدام عامل محفز حامضي لخفض وقت المعالجة. والعوامل المحفزة تشمل أحماض غير عضوية مثل حمض فوسفوريك، كبريتيك وهيدروكلوريك، وأحماض عضوية مثل حمض بارا طولورين سلفونيك وفنيل سلفونيك. كما يمكن إستخدام الأحماض العضوية والغير عضوية الخاصة التي تخرج الحامض الفعال بالتسخين. كما يمكن معالجة الريزول بإستخدام عامل محفز قاعدي مثل أكاسيد الماغنسيوم الخاصة وما شابهها.

أي راتنج فينولي، مثل فونولاك أو ريزول، يمكن إستخدامه لتحضير التجسيمات الثانية والثالثة على التوالي، طبقاً لقواعد هذا الإختراع. والريزول أو الفونولاك الذي يتم إختياره، يقوم على أساس الإستخدام، الخواص الفيزيائية والكيميائية للمركب النهائي المرغوب فيها، وطرق تطبيق أو تقنيات التشغيل المستخدمة.

على سبيل المثال، عند تحضير مركب تركيب قوي بالزجاج بإستخدام عملية لف الفنيل، يمكن إستخدام ريزول له نسبة لزوجة قليلة محضر من الفينول والفورمالدهيد وذلك للحصول على أمثل ترطيب للزجاج وأعلى محتوى من الزجاج النقي. ويمكن إستخدام الريزولات اللزجة في تكوين وسط لتصنيع تركيبات بعملية القولبة. وتصنيع مركبات مقواه بالزجاج تتطلب إستخدام ريزول فينولي يحتوي على نسبة كبيرة من حمض سلفونيك كعامل محفز للحصول على أسرع معدلات للمعالجة.

على سبيل المثال، أثناء التخطيط لعملية تغليف معالجة بالحرارة مستخدمة لتطبيق الجدار الداخلي لخزان مواد كيماوية، أو لتطبيق الجدار الداخلي للعلب المعدنية أو البرميل، يمكن إستخدام ريزول فينولي أو مستبدل فينولي ينشط بالحرارة.

هذا الريزول يمكن إستخدامه عادة بالإتحاد مع راتنج إيبوكسي، للحصول على أمثل مقاومة للتآكل أو للكيماويات. على سبيل المثال، يمكن تحضير معادن آولية معالجة بدرجة حرارة الجو المحيط عن طريق ريزول فينولي وحمض غير عضوي (مثل فوسفوريك،

كبريتيك، أو هيدروكلوريك) أو عضوي (بارا طولوين سلفونيك أو فنيل سلفونيك)، والذين يتم خلطهم مباشرة قبل الإستخدام.

على سبيل المثال، الراتنجات الفينولية التي تستخدم لعمل مركب قولبة تكون فونولاك والتي تتحد مع ٥ إلى ١٥٪ هكسا مثيلين رابع أمين كعامل معالج. هذه المواد تتحد مع أليـاف زجاج، مواد معدنية باسطة، معدلات مطاط، إلخ في هيئة مسحوقة أو مكورة والتي تستخدم لصناعة أشكال متعددة بعمليات القولبة بالضغط، النقل، الطرد المركزي والحقن.

ووجد أن الفونولاك الصلب أكثر إستخداماً في هذا الإختراع، ويتم تحضيره عن طريق أي من الفينولات والالدهيدات الموصوفة مسبقاً ولها وزن جزيئي من حوالي ٤٠٠ إلى ٥٠٠٠ وتظهر نقطة تحول من حوالي ٤٠° إلى ٩٠°م. والريزولات الأكثر إستخداماً التي وجدت في هذا الإختراع يكون وزنها الجزيئي من ٣٠٠ إلى ٣٠٠٠، والمحتوى الصلب من ٥٠ إلى ٩٠٪ من الوزن، ويمكن أن تحتوي على ٢ إلى ٢٠٪ من الوزن فينول حر أو فينول مستبدل وأيضاً تحتوي على ١ إلى ١٠ من الوزن ماء.

مصنعين الراتنجات الفينولية المناسبة هم:

B.P.Chemical Division of British Petroleum of Barry U.;: the Packaging and Industrial Products Division of Borden, Inc., of Columbus, Ohio: the Durez Division of Occidental Petroleum of Dallas, Tex: Georgia-Pacific Corporation of Atlanta, Ga.: Neste Resins Corporation of Eugene, Oreg.,

بالإضافة إلى عدد آخرمن المنتجين المحدودين والمفضل منهم:

B.P.Chemical`s Cellobond J2018L and J2027L,Borden`s SL-898 phenolic resole, and Georgia-Pacific`s GP5018 phenolic resole.

في تجسيم آخر لتركيب سيلوكسان نوفلاك الفينولي، يتم تحضيره طبقاً لقواعد هذا الإختراع، ويمكن أن يتضمن من ٥٠ إلى ٩٥٪ من الوزن راتنج فونولاك فينولي. وفي تجسيم ثالث، يمكن أن يحتوي على ٦٥ إلى ٩٩,٥٪ من الوزن راتنج ريزول فينولي. ومركب السيلوكسان الفينولي يتضمن أقل من ٥٠٪ من الوزن راتنج فينولي ويمكنه تكوين مركب له خواص مخفضة في مقاومة الحرارة، اللهيب والكيماويات مقارنة بتركيب يحتوي على النسبة المفضلة من الفينول والرتنج الفينولي. والمركب الذي يتضمن أكثر من ٩٩,٥٪ من الوزن من الراتنج الفينولي سوف يكون تركيباً له مقاومة جيدة للحرارة، اللهيب والكيماويات لكن له

خواص مرونة مخفضة، وزيادة في التقصف مقارنة بتركيب سيلوكسيان فينولي يتضمن النسبة المفضلة من الرتنج الفينولي.

فيما يتعلق بالسيلكون الوسيط، والذي تم وصفه مسبقاً، يمكن إستخدامه أيضاً لتحضير التجسيم الثاني والثالث لمركبات سيلوكسان. وكل من هذه المركبات الثانية والثالثة تضمن من ٠,٥ إلى ٣٥٪ من الوزن مجموعة الكوكسي أو سيلانول.

في تجسيم ثاني، يمكن تحضير تركيب فونولاك بإتحاد راتنج فونولاك فينولي مع مادة مانحة للفورمالدهيد وسليكون وسيط. والمواد المانحة للفورمالدهيد المناسبة هي محاليل مائية من الفورمالدهيد، بارافورم، تريوكسان، هكسا مثيلين رابع أمين وما شابه، والمادة المفضلة هي هكسا مثيلين رابع أمين. هذا التجسيم يتضمن من ٣ إلى ١٥٪ من الوزن مادة مانحة للفورمالدهيد.

تركيب سيلوكسان فونولاك الفينولي يتضمن أقل من ٣٪ من الوزن من المادة المانحة للفورمالدهيد، والذي يمكنه تكوين مركب به درجة قليلة من التشابك وله وقت معالجة طويل مقارنة بالمركب المحتوي على ٣ إلى ١٥٪ من الوزن من المادة المانحة للفورمالدهيد، ولذلك يمكن أن يكون له خواص فيزيائية مخفضة لمقاومة الحرارة اللهيب والكيمياويات. ومركب سيلوكسان الفينولي الذي يتضمن أكثر من ١٥٪ من وزن المادة المانحة للفورمالدهيد يمكنه تكوين مركب ذو درجة عالية من التشابك وله وقت معالجة قصير مقارنة بالمركب المحتوي على ٣ إلى ١٥٪ من الوزن من المادة المانحة للفورمالدهيد، وبذلك يكون التعامل مع المركب لتكوين تركيبات أخرى و/ أو تغطيته صعباً.

في تجسيم ثالث، يتم تحضير مركب سيلوكسان ريزول فينولي بإتحاد راتنج ريزول مع سليكون وسيط، كما يمكن إستخدام عامل محفز قاعدي أو حامضي لتقليل وقت التفاعل المصاحب لمعالجة الراتنج. والعوامل المحفزة الحامضية الغير عضوية المناسبة التي يمكن إستخدامها تشمل حمض فوسفوريك، هيدروكلوريك وكبريتيك. والأحماض العضوية المناسبة التي يمكن إستخدامها تشمل بارا طوليودين حمض سلفونيك وفنيل سلفونيك. والعوامل المحفزة القاعدية المناسبة لعلاج الريزولات الفينولية تشمل أشكال متنوعة من أكسيد الباريوم والماغنسيوم وما شابهها والعوامل الحفازة الحامضية المتاحة تجارياً في هذا الإختراع متاحة لدى British Prtroleum Chmicals تحت الإسم التجاري Phencat 381 و Phencat 382. وهناك عوامل محفزة حامضية أخرى تشمل Borden RC-901، ثاني فنيل حمض فوسفوريك

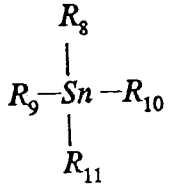
إستر متاح لدى شـركة Dover، تحـت الإسـم التجـاري Doverphos 231 L، و Georgia-Pacific`s GP 3839، و GP 308 D50.

كتجسيم ثالث لمركب سيلوكسان ريزول الفينولي، يمكن أن يتضمن حتـى ١٥٪ مـن الوزن من العامل المحفز الحامضي أو القاعدي أو العامل المعالج. كما أن مركـب ريـزول المحتوي على أكثر من ١٥٪ من الوزن من العامل المحفز القاعدي أو الحامضي يمكن تكوين مركب به درجة عالية من التشابك ويستغرق وقت معالجة سريع مقارنة بالمركب المكون في عدم وجود العامل الحفاز أو بإستخدام أقل من ١٥٪ من الوزن من العامل المحفز الحامضي أو القاعدي، لذلك يكون التعامل مع المركب وإستخدامه لتكوين مركبـات و/ أو مـواد للتغليـف صعباً. كما يمكن أن يتضمن التجسيم الثاني حتى ١٥٪ من العامـل المحفـز الحامضـي أو القاعدي وذلك لتقليل وقت المعالجة.

يمكن أن يتضمن التجسيم الأول والثاني والثالث من مركبات سيلوكسان الفينولية كمية كافية من العامل المحفز لتقليل وقت التفاعل ودرجة الحرارة المصاحبين لتكثيـف السـليكون الوسيط ويتبلمر مع البوليمر الفينولي أثناء تكوين مركب سيلوكسان الفينولي. وما يجب أخـذه في الإعتبار أن إستخدام هذا العامل المحفز يكون إختيارياً وليس ضروري في تحضير كل من التجسيمات الثلاثة طبقاً لقواعد هذا الإختراع، وأن تقليل وقت التفاعل يمكن الوصل إليه بدون عامل محفز وإستبداله بدرجات حرارة مرتفعة للتفاعل.

ويتم إختيار العوامل المحفزة المناسبة من المجموعة المكونة من المركبـات الفلزيـة العضوية، المركبات الأمينية ومخاليط منهم. ومن المفضل إستخدام مركـب مـن المركبـات الفلزية العضوية مع المركبات الأمينية وذلك لتحضير عمليات الفلزية العضوية مع المركبات الأمينية وذلك لتحفيز عمليات التحلل المائي و/ أو تكثيف السليكون الوسيط. والمركبات الفلزية العضوية التي يمكن إستخدامها تشمل مجففات الفزات المتعارف عليها فـي مجـال صـناعة الدهانات مثل الزنك، مانجينز، كوبالت، حديد، رصاص وأوكتـوات القصـدير، نيوديكانـات ونافثينات وما شابههم. التيتانات العضوية مثل بيوتيل تيتانات وما شابههم يمكـن إسـتخدامهم أيضاً في هذا الإختراع.

هناك نوع مفضل من المركبات الفلزية العضوية المستخدمة كعامـل محفـز وهـي مركبات القصدير العضوية والتي لها الصيغة العامة



والتي بها R_8، R_9، R_{10}، R_{11} يتم إختيارهم من المجموعة المحتوية على الكيل، أريل، إريل أريلوكسي، والكوكسي بها ١١ ذرة كربون على الأكثر ، وأيضاً بها أي إثنين من R_8، R_9، R_{10}، R_{11}، يتم إختيارهم من المجموعة المكونة من ذرات غير عضوية تشمل هالوجين، كبريت وأكسجين.

ومركبات القصدير العضوية المستخدمة كعوامل محفزة تشمل رابع مثيل القصدير، رابع بيوتيل القصدير، رابع أوكتيل القصدير، ثالث بيوتيل كلورايد القصدير، ثالث بيوتيل ميثاكريلات القصدير، ثاني بيوتيل ثاني كلورايد القصدير، ثاني بيوتيل أكسيد القصدير، ثاني بيوتيل سلفيد القصدير، ثاني بيوتيل خلات القصدير، ثاني بيوتيل ثاني لورات القصدير، ثاني بيوتيل ماليات القصدير، ثاني بيوتيل لاريل مركابتيد القصدير، أوكتوات القصدير، ثاني بيوتيل ثاني (أيزوأوكتيل ثيو جليوكولات) القصدير، بيوتيل ثالث كلورايد القصدير، بيوتيل حمض قصديريك، ثاني أوكتيل ثاني كلورايد القصدير، ثاني أوكتيل أكسيد القصدير، ثاني أومتيل ثاني لاورات القصدير، ثاني أوكتيل أكسيد القصدير، ثاني ماليات قصدير، ثاني أوكتيل ثاني (أيزو أوكتيل ثيوجليوكولات). ثاني أوكتيل سلفيد القصدير وثاني بيوتيل ٣- مركابتو بروبيونات القصدير.

والتجسيمات الأولى، الثانية والثالثة لمركب سيلوكسان الفينولي يمكن أن تتضمن ٥٪ على الأكثر من الوزن من العامل المحفز الفلزي العضوي. والمركبات التي تحتوي على أكثر من ٥٪ منه يمكن أن تكون مركباً له درجة عالية من المرونة مقارنة بالمركب المكون بدون العامل المحفز أو الذي يتضمن أقل من ٥٪ بالوزن من العامل المحفز الفلزي العضوي وذلك بسبب زيادة التحلل المائي وإلى التكثف التي يجريها السليكون الوسيط. بالإضَافة إلى أن مركب السيلوكسان الفينولي المحضر بدون العامل المحفز الفلزي العضوي يمكن أن يتطلب وقت معالجة أطول و/ أو درجة حرارة أعلى وذلك للوصول إلى تفاعل التكثيف المرغوب منه.

فيما يتعلق بالمركب الأميني، والمركبات الأمينية المفضلة لتحفيز التحلل المائي و/ أو تكثيف السليكون الوسيط، لها الصيغة العامة

$$R_{12}-\underset{\displaystyle R_{13}}{\overset{\displaystyle N}{|}}-R_{14}$$

وبها R_{12} و R_{13} كل منها يتم إختياره من المجموعة المكونة من هيدروجين، أريل والكيل به حتى ١٢ ذرة كربون، و R_{14} يتم إختياره من المجموعة المكونة من الكيل، أريل وهيدروكسي الكيل بهم ١٢ ذرة كربون على الأكثر.

والمركبات الأمينية المناسبة للإستخدام كعامل محفز تشمل ثاني مثيل ميثانول أمين، إثيل أمينو إيثانول، ثاني مثيل إيثانول أمين، ثاني مثيل بروبانول أمين، ثاني مثيل بيوتانول أمين، ثاني مثيل نتانول أمين، ثاني مثيل هكسانول أمين، مثيل إثيل ميثانول أمين، مثيل بروبيل ميثانول أمين، مثيل إثيل إيثانول أمين، مثيل إثيل بروبانول امين، مونوإيزوبروبانول أمين، مثيل ثاني إيثانول أمين، ثالث إيثانول أمين، ثاني إيثانول أمين وإيثانول أمين. والمركبات الأمينية المفضلة تشمل ثاني مثيل أمين وإثيل أمينو إيثانول.

كما يمكن إستخدام كل من المركبات الفلزية العضوية والمركبات الأمينية على حدة لتكوين مركب سيلوكسان فينولي. على أي حال، إكتشف أنه عند إتحادهما معاً يعملان على تحفيز عملية المعالجة، وبذلك يلاحظ إنخفاض آخر في وقت التفاعل و/ أو درجة حرارة التفاعل أكثر من الإنخفاض الملاحظ عند إستخدام كل منهما على حدة. طبقاً لذلك، من المفضل إستخدام مركب فلزي عضوي بالإتحاد مع مركب أميني حتى يحفزا تكوين الهيدروكسيد عن طريق التحلل المائي للسليكون الوسيط، وذلك عند إستخدام سليكون وسيط يحتوي على مجموعة الكوكسي وعند حدوث بلمرة لكل من السليكون الوسيط المحتوي على الكوكسي وسيلانول، بعد تكثيفهما. والمركب المثالي من المركب الأميني مع الفلز العضوي هو ثاني بيوتيل ثاني خلات القصدير وإثيل أمينو إيثانول. وعند إتحاد ثاني بيوتيل ثاني خلات القصدير مع الأمين يتفاعلا معاً لتحفيز عملية المعالجة. بالرغم من أنه يعتقد أن التأثير المعاون للأمين مع القصدير العضوي هو عملية ميكانيكية الخواص إلا انه لم يعرف ميكانيكا التفاعل بعد.

ولوحظ تأثير غير متوقع لإتحاد المركب الفلزي العضوي مع المركب الأميني لتحضير تركيبات سيلوكسان الفينولية وهو تحسن في تسلسل التفاعل. كما أن تركيب سيلوكسان ريزول فينولي/ عامل محفز نوعه حامض كامن يظهر زيادة في العمر الإفتراضي وإنخفاض في وقت المعالجة مقارنة بالمركبات التي لا تحتوي على عامل محفز به فلز عضوي/ أمين. وأن زيادة نسبة العامل المحفز الحامضي الكامن أثناء تحضير مثل هذه التركيبات ينتج عنه مركبات راتنجية فينولية ذات وقت تفاعل مشابه لأنظمة الريزول الفينولي/ العامل المحفز الحامضي الكامن، لكنها لها عمر إفتراضي طويل. وأن ميكانيكا هذا التحسن الغير متوقع لم تعرف بعد ولكن يعتقد إنها تتعلق بتعادل العامل المحفز الحامضي الكامن بواسطة المركب الأميني.

وتتضمن كل التجسيمات الثلاثة ٥٪ على الأكثر من وزن العامل المحفز الأميني. وأن المركبات سيلوكسان فينولية المحتواه على أكثر من ٥٪ من وزنها من المركب الأميني يمكنها تكوين مركب له درجة عالية من المرونة مقارنة بالمركب الذي يحتوي على أمين، وذلك لزيادة التحلل المائي/ تكثيف السليكون الوسيط. بالإضافة إلى التكثف التي يجريها السليكون الوسيط. بالإضَافة إلى أن مركب السيلوكسان الفينولي المحضر بدون العامل المحفز الفلزي العضوي يمكن أن يتطلب وقت معالجة أطول و/ أو درجة حرارة أعلى وذلك للوصول إلى تفاعل التكثيف المرغوب فيه.

والنسبة المفضلة من المركب الفلزي العضوي إلى المركب الأميني تكون حوالي واحد. لذلك، يمكن أن تتضمن التجسيمات الثلاثة ١٠٪ على الأكثر من وزن العامل المحفز. طبقاً لذلك، يمكن أن تتضمن التجسيمات الثلاثة ١٠٪ على الأكثر من وزن العامل المحفز. طبقاً لذلك، يتم تحضير مركب سيلوكسان الفينولي بإتحاد المركب الفلزي العضوي مع الأمين، والعامل المحفز القاعدي أو الحامضي يتضمن حوالي ٢٥٪ على الأكثر من الوزن. ويمكن أن تضمن التجسيمات الثلاثة من ٥ إلى ٢٥٪ من الوزن الكلي للمركب من العامل المحفز.

والماء المتواجد في الريزول الفينولي المائي يكون على هيئة فورمالدهيد مائي. على سبيل المثال، يمكن أن تتضمن من ٣ إلى ١٢٪ من الوزن ماء، والفورمالدهيد يمكن أن تحتوي على فورمالدهيد، والذي يكون حوالي ٣٠- ٤٠٪ فورمالدهيد مائي. وعند إستخدام سليكون وسيط محتوي على الكوكسي، يفضل وجود الماء لتسهيل عملية التحلل المائي لمجموعة

الكوكسي. وهذه المياه يمكن أن تكون متواجدة داخل المركب الفينولي أو ممتص من الجو أثناء التفاعل.

على أية حال، ما يجب أخذه في الإعتبار أنه يمكن تحضير مركبات هـذا الإختـراع بدون الماء المضاف، أو في عدم وجود أي نوع من المذيبات. الريزول أو الفونولاك الفينولي اللامائي، أي الريزول الذي لا يحتوي على الماء، يمكن إستخدامها في حالة إستخدام السليكون الوسيط المحتوي على سيلانول أو الكوكسي لتحضير المركب وذلك لأنه لا يتطلـب التحلـل المائي للسليكون الوسيط.

وينتج عن التجسيمات الثلاثة لمركب سيلوكسان فينولي تكوين راتنجـات فينوليـة لا تحتوي على الماء أو تحتوي على نسبة قليلة جداً منه، وذلك نحصل على ثبات محسـن عـن التعرض للنيران وسهولة في التفاعل. ويعمل السليكون الوسيط كمخفف فعال ليعطي ناتج ثابت وله نسبة قليلة من اللزوجة.

ويمكن تحضير التجسيمات الثانية والثالثة بإتحاد فونولاك أو ريـزول فينـولي مـع سليكون وسيط محتوي على ميثوكسي أو سيلانول من النسب المذكورة مسبقاً. وتـتم إضـافة مادة مانحة للفورمالدهيد في التجسيم الثاني. ويمكن إضافة عامل محفـز للـراتنج الفينـولي وللسليكون الوسيط وذلك لتقليل وقت التفاعل ودرجة حرارة التفاعل.

وتخلط المكونات معاً حتى تتجانس، أثناء ذلك يحدث تكثف للراتنج الفينولي لتكـوين بوليمر فينولي، وهذا التكثف يحفز بالمادة المانحة للفورمالدهيد في التجسيم الثـاني، ويمكـن تعجيل هذا التكثف بإضافة عامل محفز أي قاعدة أو حمض في التجسيم الثالـث أثنـاء ذلـك الوقت، يحدث تحلل مائي للسليكون الوسيط المحتوي على الكوكسي ليكون سـليكون وسـيط محتوي على سيلانول. وتتم بلمرة السيلانول الوسيط المحتوي على سيلانول لتكوين بـوليمر سيلوكسان ويتبلمر مع البوليمر الفينولي لتكوين بوليمر سيلوكسان فينولي. يمكن تعجيل التحلل المائي بإضافة عامل محفز من مركب فلزي عضوي مع أمين. طبقاً لذلك، يتضمن المركـب الناتج IPN من البوليمر الفينولي وبوليمر سيلوكسان، وبها يحتوي البـوليمر الفينـولي علـى مجموعات سيلوكسان. ويتم تحضير مركب سيلوكسان فينولي بحيث يكون له وقت إبقاء من ١ إلى ٣ ساعات، إعتماداً على المكونات الخاصة المختارة ونسبهم.

كبديل آخر، يمكن تحضير مركب سيلوكسان فينولي على هيئة نظام به ٣ مكونات (في عدم وجود الماد المضاف) بإتحاد السليكون الوسيط مع مركب فلزي عضوي وأمين بالنسـب

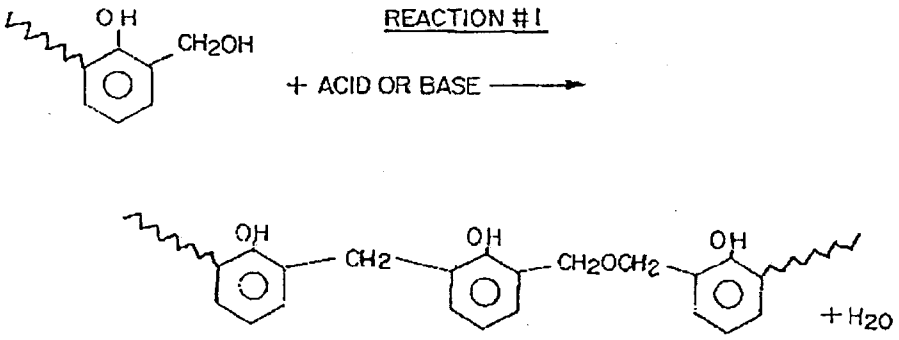
المضبوطة في أول وعاء، والتي يمكن تخزينه حتى الإستخدام. والراتنج الفينولي المخزن المحفز في وعاء ثاني. ومانح الفورمالدهيد من التجسيم الثاني والعامل المحفز كل منهم يمكن تخزينهم في وعاء ثالث منفصل ويتم خلطهم بخليط السليكون الوسيط الموجود في الوعاء الأول قبل الإستخدام مباشرة. على سبيل المثال، عند تصنيع أنبوب به فنيل زجاجي، يمكن إتحاد مكونات كل وعاء بإستخدام ماكينة توزيع وخلط قياس، والتي تصب أو تضخ المواد المخلوطة داخل تانتك يمر خلاله الفتيل الزجاجي.

ومع أنه ليس من المفضل التقيد بأي نظرية أو ميكانيكا، يعتقد أنه يتم تحضير مركبات الإختراع بالطريقة التالية. عند تحضير التجسيم الأول بإستخدام الفينول، الالدهيد والسليكون الوسيط كمادة لبدء التفاعل، من المفترض تكوين إما ريزول فينولي أو فونولاك طبقاً للمبادئ الموصوفة في

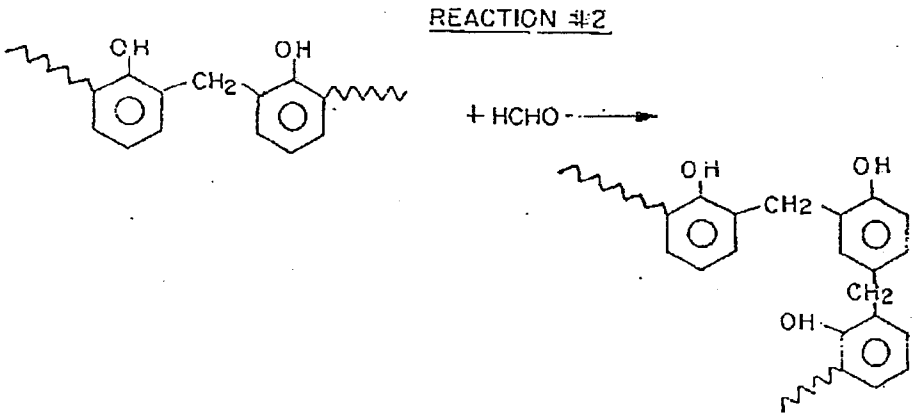
Encyclo pedia of, Phenolic Resin, P.W.Kopp, Polymer Science and Engineering المجلد ١١، إصدار الثاني. صفحة ٤٥- ٩٥ (١٩٨٨)، والمتواجدة هنا على سبيل الإستناد.

من المفترض، أثناء تكوين الراتنج الفينولي، والبلمرة المتتالية للراتنج الفينولي الناتج، تتفاعل مجموعات سيلاول من سليكون مع مجموعات من سليكون آخر، مكونة بوليمر سيلوكسان، وتتفاعل مع الهيدروكسيلات الفينولية والهيدروكسيلات المثيلولية للراتنج الفينولي، مكونة بوليمر فينولي به مجموعات سيلوكسان داخل البوليمر. ويعتقد أن ميكانيكا هذا التفاعل يشبه الذي شرح وصور في التفاعلات ١- ٦. على أي حال، ما يجب أخذه في الإعتبار أن ميكانيكة التفاعل الأخرى التي لم توصف هنا يمكن أن تكون مسئولة عن إدخال سيلوكسان داخل البوليمر الفنيولي في التجسيم الأول. بالإضافة إلى أنه من المفترض أن تنتج ميكانكية التفاعل الأخرى مركبات سيلوكسان فينولية مختلفة عن الموصفة والمصورة هنا.

عند تحضير التجسيم الثالث لمركب سيلوكسان ريزول فينولي، بإستخدام عامل محفز حامضي أو قاعدة إختيارياً لمعالجة الريزول، تحدث بلمرة للريزولات مع ريزولات فينولية أخرى لتكوين ريزول فينولي كما صور في التفاعل رقم ١

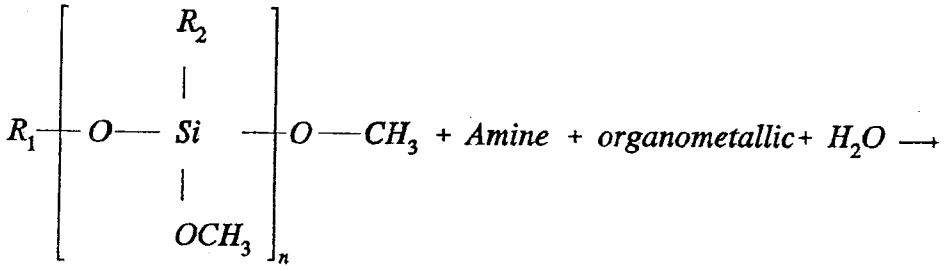


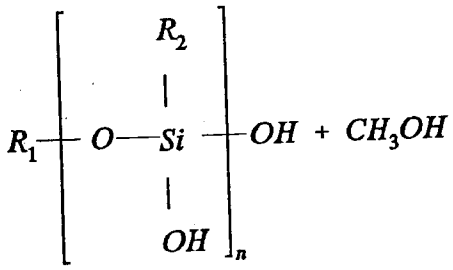
عند تحضير التجسيم الثاني لمركب سيلوكسان، تحدث بلمرة لنوفولات مع فونـولاك فينولي آخر ومع الفومارلدهيد، أو مع مانح الفورمالدهيد لتكوين فونولاك فينولي معالج كمـا صور فيما بعد في التفاعل رقم ٢. ومن المعتقد أن معظم الراوبط بين مجموعات الفينول هي مثيلين، لكن لوحظ وجود بنزيل أمين أيضاً



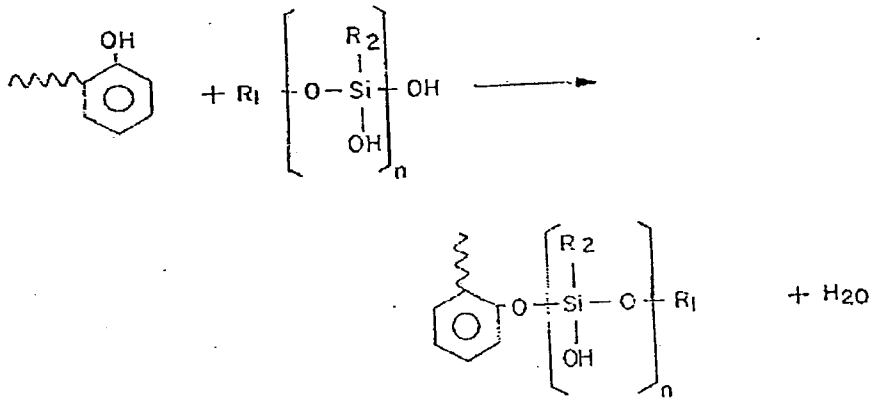
يوضح التفاعل الصحيح لإضافة الفورمالدهيد مع مجموعة الفينول من نوفوك، كمـا يوضح البلمرة المتتالية، على أي حال، لم يفهم بوضوح فيما بعد.

عند إستخدام سليكون وسيط به مجموعة الكوكسي بالإتحاد مع فونـولاك أوريـزول فينولي يمكن إختيارياً إستخدام عامل محفز من فلز عضوي وأمين لتحضير التجسـيم الثـاني والثالث على التوالي، ومن المعتقد أن التحلل المائي للسليكون الوسيط لتكوين سليكون يحتوي على سيلانول مع كحول يحدث كما صور في التفاعل رقم ٣

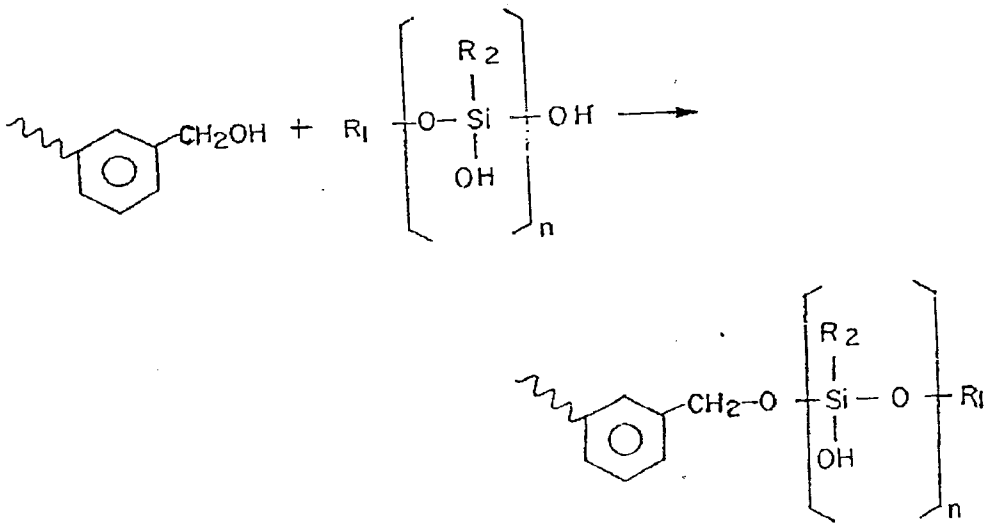




مجموعات سيلانول الناتجة عن التحلل المائي للسليكون الوسيط المحتوي على الكوكسي أو السليكون المحتوي على سيلانول يمكن أن تتفاعل مع البوليمر الفينولي الأولي وفقاً لميكانيكات متعددة. أحدهم، يحدث تفاعلات تكثف لمجموعات سيلانول مع هيدروكسيلات فينولية مع الراتنج المعالج لتكوين مركب سيلوكسان فينولي به مجموعات سليوكسان كما صور في التفاعل ٤.

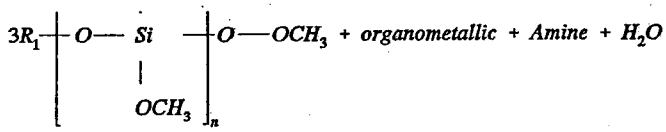


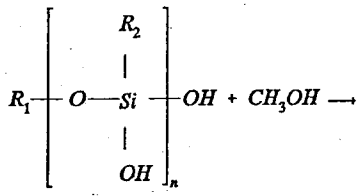
كما يمكن أن تتفاعل مجموعة سيلانول من السليكون الوسيط مع مجموعات مثيلول فينولية لتكوين سيلوكسان فينولي كما صور في التفاعل رقم ٥

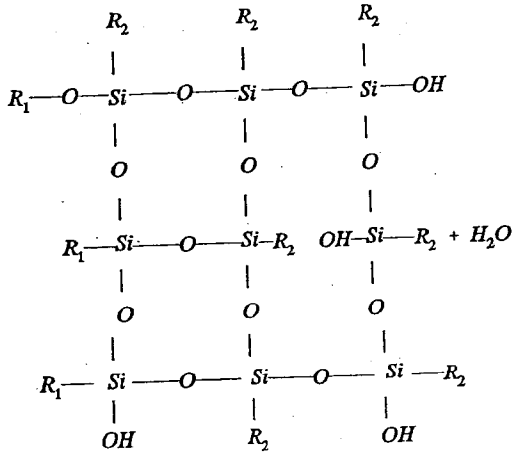


عمليات تكثيف السليكون الوسيط مع البوليمر الفينولي الأولي تم تصويرها في التفاعل رقم ٤ و ٥، ومن المعتقد أنها مسئولة عن الخواص المحسنة لمقاومة الصدمات، مقاومة الشد، معاير الثني.

كما أن مجموعات سيلانول للسليكون الوسيط تخضع للتكثيف مع مجموعات سيلانول أخرى لتكوين بوليمر سيلوكسان. كما أن بوليمر سيلوكسان الأولي يمكن أن يخضع لعمليات تكثيف مع البوليمر الفينولي الأولي كما ذكر من قبل، أو يمكن أن يخضع لتفاعلات تكثف متعددة مع بوليمرات السليوكسان الآولية وذلك لتكوين شبكة متداخلة من السيلوكسان المتعدد كما صور في التفاعل رقم ٦







وفقاً لذلك، فإن مركبات سيلوكسان تتضمن IPN من البوليمر الفينولي وبوليمر سيلوكسان الذي يحتوي على مجموعات --Si--O. ويمكن أن تتداخل بوليمرات سليوكسان مع بوليمرات سيلوكسان أخرى.

بالإضافة إلى أنه يمكن حدوث تداخل إلى حد ما بين بوليمرات فينولية و/ أو بين بوليمرات فينولية وسيلوكسانية. من المعتقد أن الخواص المحسنة لمقاومة الصدمات والمرونة للمركبات السليوكسانية الفينولية ترجع إلى: (١) وجود سيلوكسان كبوليمر خطي مكوناً IPN

من السيلوكسان والبوليمرات الفينولية، وجود سيلوكسان كبوليمر مساعد في البوليمر الفينولي، و (٣) وجود بوليمر سيلوكسان في هيئة شبكة متداخلة.

إن خواص ومميزات مركبات سيلوكسان الفينولية المحضرة وفقاً لقواعد هذا الإختراع سوف تفهم جيداً بالرجوع إلى الأمثلة التالية.

٥ جدول ٣ يوضح المكونات المستخدمة لتكوين ٢ بوصة (٥٠ ملي متر) داخل أنابيب مقواه بالزجاج، بإستخدام طرق لف الفتيل المتعارف عليها، عن طريق كل من راتنج ريزول فينولي غير معدل (مثال ١). وعن طريق التجسيم الثالث لمركب سيلوكسان ريزول فينولي (مثال ٣٠٢) جدول ١، ٢ و ٣ في الجدول ٣.

جدول ٣

مكونات1	مثال ١ ٪ PBW	مثال ٢ ٪ PBW	مثال ٣ ٪ PBW
Cellobond J2027L	70	85	70
راتنج ريزول فينولي( )	100	91	85
Phencat 381	11	14	11
عامل محفز السيليكون الوسيط) (	10	9	14
DC-3074 (محلل مائياً	--	--	15
DC-3074 السيليكون الوسيط( )	12	15	--
ثاني بيوتيل ثاني خلات قصدير	3	4	3
عامل حفاز( )	--	--	4
إثيل أمينو إيثانول	3	4	3
عامل حفاز( )	--	--	4
عمر أفتراضي) ساعات(	2.5	2.5	1.5

جدول ٤

خواص الأنبوب المعالج	مثال ١	مثال ٢	مثال ٣
ثقل نوعي	1.96	1.95	1.85
محتوى الزجاج .wt) ٪(	72.2	74.0	73.1
قطر خارجي (بوصة)(.in)	2.408	2.418	2.709
سماكة (بوصة)(.in)	0.159	0.164	0.159
ضغط انفجار قصير المدى	4,200	4,100	3,500
) بساي(			
إجهاد حلقي) بساي(	29,700	28,180	25,000
مقاومة الصدمات(2 lb. steel	60"	48"	24"
ball)			
اختبار اللهب	pass	pass	pass

.sup.1 Glass roving was Owens Corning Fiberglass Type 30158B-450 yield.

مثال ١

تم تحضير أنبوبة فينولية غير معدلة بإتحاد BP Cellobond J2027L (ريزول فينولي) مع Phencat 381.

مثال ٢

إنبوبة فينولية مكونة من مركب سيلوكسان ريزول فينولي وفقاً للتجسيم الثالث لهذا الإختراع يتم تحيرها بإستخدام نفس الريزول الفينولي والعامل المحفز الحامضي الكامن المستخدم في مثال ١، مع إضافة ١٥٪ بالوزن DC-3074 (سليكون وسيط به مجموعة ميثوكسي متاح من Dow Corning له وزن جزيئي متوسط ١٤٠٠ ومحتوى ١٥- ٢٥٪ ميثوكسي)، وإضافة ٤٪ بالوزن من ثاني بيوتيل ثاني خلات القصدير (عامل محفز فلزي عضوي)، و ٤٪ بالوزن من إثيل أمينو إيثانول (عامل محفز أمين). وتتحد هذه المكونات وتخلط معاً بالطرق المتعارف عليها لتكوين خليط متجانس.

مثال ٣

تم تحضير إنبوبة فينولية بنفس الطريقة في المثال ٢ ما عدا أن DC-3074 المحلل مائياً مسبقاً تم إستخدامه بدلاً من DC-3074 الغير محلل مائياً مسبقاً.

تم تحضير DC-3074 المحلل مائياً مسبقاً بوضع ٣٦٤٠ جم من DC-3074، ١٥٣,٤ جرامات من الماء الغير مؤين، ١٥٣,٤ جم ميثانول، ٢٢٠ جم زيلين و ١٦,٢٥ جم حمض خليط جليدي داخل قارورة ذات قاعدة مستديرة سعتها ٥٠٠٠ ملي لتر معدة بغطاء تسخين، مقلب ومكثف. ويسخن الخليط بالإرتجاع ويترك لمدة ساعتين. وتدعم القارورة برأس تقطير ومستقبل، ويتم تجميع المقطر حتى تصل درجة الحرارة إلى ٣٠٠° فهرنهيت (١٥٠°م). والناتج المكون، DC-3074 المحلل مائياً مسبقاً، يكون سائلاً متعكراً لزجاً.

تم تحضير حوالي ٤٠٠٠ جرام من كل مركب سيلوكسان فينولي ويخلطوا في جالون واحد من المعدن، ثم ينقلوا إلى تانتك. ويمر الزجاج خلال مركب سيلوكسان فينولي ويلف حول قلب تشكيل مجوف من الفولاذ بعملية ترددية حتى الحصول على السماكة المطلوبة. تتم معالجة كل إنبوبة لمدة حوالي ٣٠ دقيقة عند ١٤٠°- ١٩٠° فهرنهيت (٦٠°- ٨٨°م) وذلك بتمرير خليط من البخار/ الماء خلال القالب المجوف. ثم تؤخذ الإنبوبة من قلب التشكيل وتعالج لمدة ساعتين عند ٢٥° فرنهيت (١٢٠°م).

مركبات الأمثلة ٢، ٣، أي مركبات سيلوكسان ريزول فينولية المكونة طبقاً للتجسيم الثالث، كل منها لها عمر إبقاء حوالي ١٢/ ٢ ساعة، مقارنة بعمر إبقاء الراتنج الفينولي الغير المعدل والذي يكون ١١/ ٢ ساعة. كما أن الأنابيب المقواه المكونة من سيلوكسان فينولي الناتج عن المثال ٢، ٣ تظهر ضغط إنفجار قصير المدى، إجهاد حلقي ومقاومة للصدمات أكثر من الأنابيب المقواه بالزجاج المكونة من الرتنج الفينولي الغير معدل من المثال ١.

بوجه خاص، الإنبوبة المكونة وفقاً للمثال ٢ و ٣ تظهر الزيادة المفرطة في مقاومة الصدمات عند إستخدام مركبات سيلوكسان لصناعة الأنابيب، مقارنة بالإنبوبة الفينولية المتعارف عليها في المثال ١. عند مقارنة هذه الأمثلة، يرى أن مقاومة الصدمات للأنابيب الأمثلة ٢ و ٣ تكون مرتين أكثر من مقاومة إنبوب المثال ١، مشيرة إلى الفائدة التي تنتج عن إستخدام كمية كافية من السليكون الوسيط لتكوين مركب فينولي وفقاً لقواعد هذا الإختراع.

بالإضافة إلى أن مركبات الأمثلة ٢ و ٣ أظهرت ثقلاً نوعياً أكبر من ثقل مركب المثال ١، مشيرة إلى تكوين مركب له قدرة ضئيلة على المسامية والرغوية. وأن ميكانيكا هذا التفاعل لم يفهم بعد.

على أي حال، من المعتقد أن السليكون الوسيط يتفاعل مع بعض المياه الموجودة داخل الريزول الفينولي قبل تبخرها أثناء عملية المعالجة وذلك لخفض مستوى الماء المتراكم، وبذلك تقلل من تكوين الفتحات الصغيرة. وقلة تكوين هذه الفتحات يؤدي إلى زيادة في مقاومة الشد ومعاير الثني، وبذلك تسهم في زيادة مقاومة الصدمات.

كما أن التقليل من تكوين هذه الفتحات ينتج عنه إنتاج مركب معالج له خاصية قليلة في إمتصاص المياه. ومن المعتقد أن وجود سيلوكسان في المركب الفينولي، بالإضافة إلى الحصول على مقاومة للصدمات ومرونة محسنة، يمكن أن يجعل المركب المعالج كارهاً للمياه.

وهذا المركب الفينولي الخالي من الفتحات والماء، يمكن إستخدامه في بعض الأعمال الكهربية التي يمكن خلالها التعرض للمياه كمثال على هذا، الإستخدام في غطاء قضيب القطر الكهربي المصنع وفقاً لـ Mil Spec M14G.

لم يلاحظ أي تأثير ضار على مقاومة إنبوبة السليوكسان للنيران. كل من الأنظمة الثلاثة وضعوا لمدة ٥ دقائق في درجة حرارة ١٠٠٠°م كإختبار بالنفث عن طريق اللهب ولم يحترقوا. وفقاً لذلك، تعطي مركبات سيلوكسان هذه المميزات المذكورة مسبقاً بدون البعد عن

مقاومة الحرارة، اللهب، الكيماويات. هذه الأمثلة توضح المميزات والتحسينات التي أجريت لمركبات سيلوكسان الفينولية.

جدول ٥ يلخص نتائج إختبار مقاومة الكيماويات على مصبوبات مكونة من الريزول الفينولي الغير معدل ومن التجسيم الثالث للإختراع والذي تم تحضيره وفقاً لقواعده.

جدول ٥

وزن بالجرامات	مثال ٤	مثال ٥	مثال ٦
Cellobond J027L	150	150	150
ريزول فينولي( )			
DC-3074 (silicone	0	15	30
وسيط سيليكون( )			
Phencat 381	12	21	21
عامل حفاز فينولي( )			
ثاني بيوتيل ثاني خلات قصدير	0	1.4	1.4
عامل حفاز( )			
اثيل أمينو إيثانول	0	1.2	1.8
عامل حفاز( )			
HCl (180°F.)٪	37		
وزن مجفف	6.6521 g	5.6433 g	5.5134 g
الوزن .اكتساب/فقد	6.3483 g	5.5378 g	5.5728 g
	+1.077٪	-1.869٪	-4.567
NaOH	5.5000 g	6.2269 g	6.5439 g٪ 50

(180°F.)

وزن مجفف

5.2278 g 6.3208 g 7.0039 g

الوزن .اكتساب/فقد -4.949 +1.508٪ +7.029٪ ٪

HNO3 (80°F.)٪ 30

5.7074 g 6.676 g 6.0638 g

وزن مجفف

1.286 g مذاب

مذاب

الوزن .اكتساب/فقد -0.77467849

H2SO4٪ 50

6.292 g 5.9112 g 5.6498 g

(180°F)

وزن مجفف

6.0008 g 5.6563 g 5.5082 g

الوزن .اكتساب/فقد -4.628 -4.312٪ -2.506٪ ٪

إيثانول(140°F)

5.6487 g 6.475 g 5.3084 g

وزن مجفف 5.5435 g 5.4117 g 6.4175 g

الوزن .اكتساب/فقد

+13.610 -16.422٪ +4.429٪ ٪

50 ٪ حمض الخليك

5.5196 g 5.8308 g 4.8967 g

(180°F)

وزن مجفف

5.2912 g 5.8939 g 4.9778 g

الوزن .اكتساب/فقد

	+2.55	+1.68٪	+1.66٪ ٪
مقطر H2O			
	5.5134	6.0035	5.3084
(180°F)			
وزن مجفف	5.4446	6.0021	5.2869
الوزن .اكتساب/فقد			
	-1.25	-0.02	-0.41 ٪

مثال ٤- ٦

في المثال ٤، تم عمل مصبوبة مكونة من تركيب يشمل ريزول فينولي غير معدل، الأمثلة ٥ و ٦ هي مصبوبات مكونة من تركيب يشمل سيلوكسان فينولي وفقاً للتجسيم الثالث للإختراع، وذلك بإستخدام نفس المكونات الكيماوية التي وصفت مسبقاً في المثال ٢ و ٣. كل تركيب تم خلطه في وعاء بلاستيكي عند درجة حرارة الجو المحيط ثم يسكب في (٣٠ مرة ٢,٥ سم) قوالب فولاذية إلى إرتفاع حوالي ٥/ ١٦ بوصة (٨ ملي متر). وتعالج هذه المضبوبات لمدة ساعة عند ٥١٥٠ فرنهيت (٥٦٥م)، ثم لمدة ٥ ساعات عند ٥٢٥٠ فهرنهيت (٥١٢٠م). وتقطع كل مصبوبة إلى طول ٢ بوصة (٥ سم) وتترك لتعالج لمدة شهر عند ٥٧٠ فهرنهيت (٥٢١م) و ٥٠٪ رطوبة نسبية. ويتم وزن كل طول من ٢ بوصة بميزان تحليلي وتغمر مادة الإختبار عند درجة الحرارة الموضحة. بعد إسبوعين تتم إزالة العينات، تشطف وتجفف لمدة ساعة عند ٥٢٥٠ف (٥١٢٠م) قبل إعادة وزنها.

والمدهش أن نتائج اختبار الامثلة ٤، ٥ و ٦ توضح أن المصبوبات المكونة عن طريق التجسيم الثالث لها مقاومة للكيماويات محسنة جداً مثل الأحماض العضوية والغير عضوية، القواعد والكحول، أكثر من المصبوبات الغير معدلة من الريزول الفينولي بمفرده.

مركبات سيلوكسان الفينولية المحضرة طبقاً لهذا الاختراع تظهر خواص فيزيائية محسنة من المرونة، مقاومة الصدمات ومعايز الثني بدون التأثير على الخواص الفيزيائية لمقاومة اللهب، الحرارة والكيماويات الخاصة بالراتنج الفينولي.

بالإضافة إلى أن مركبات سيلوكسان المحضرة وفقاً لهذا الاختراع لها قدرة على تقليل تكوين الفتحات الصغيرة، لذلك فإن الكثافات تكون قريبة جداً من الكثافات المفترض

مقارنة بمكونات راتنج الفينولية الغير محتواه على سيلوكسان، وذلك بسبب تفاعل السليكون الوسيط مع الماء في الريزول الفينولي لتقليل كمية الماء المحتبس.

كما أن مركبات هذا الاختراع تظهر قدرة محسنة على تغطية المواد، مقارنة بالمركبات الغير محتواه على سيلوكسان. ويعتقد أن هذه التغطية المحسنة ترجع إلى وجود مجموعات سيلانول والتي تعطي مصدر ربط مقوى للمركب عند استخدامها كمادة تغطية، أو كمادة لدعم الغطاء يمكن استخدام مركبات سيلوكسان لهذا الاختراع بنفس الطريقة المتعارف عليها للراتنجات الفينولية لتكوين تركيبات مثل مصبوبات غطاء، مثل غطاء أنبوبة مقواة بالزجاج.

مركبات سيلوكسان الفينولية المحضرة طبقا لقواعد هذا الاختراع يمكن استخدامها بنفس الطريقة المتعارف عليها للراتنجات الفينولية لتعطي، بالإضافة إلى مقاومة النيران، الحرارة والكيماويات، والتآكل، خواص محسنة من مقاومة الصدمات، الصلابة معاير الثني والارتداد.

على سبيل المثال، يمكن استخدام مركبات سيلوكسان الفينولية في تكوين بعض "المركبات" و "المركبات" تعني نظام متعدد الأطوار أو تركيب تتضمن مادة رابطة ومادة مقوية، والتي تتحد معاً لتكوين بعض الخواص التي لا توجد في كل منهم بمفرده. يمكن استخدام السيلوكسان الفينولي كله أو جزء منه كعامل ربط في مثل هذه المركبات،

وأن لمواد التقوية يمكن أن تكون على هيئة ألياف، أجزاء صغيرة، شرائط معدنية، أخشاب وما شابه والتي تكون متصلة ببعضها أو بشئ آخر بواسطة عامل الربط.

يمكن استخدام مركبات سيلوكسان الفينولية في تركيب بعض المركبات مثل البلاستيكات المقواة بالألياف، على هيئة قوالب، قطاعات، مستخدمة في الأجهزة ذاتية الحركة، نقل الكتل، البناء، والإنشاءات، الفضاء الجوي، والدفاع، صناعات التعدين والإنفاق، وذلك لتعطي خواص محسنة من المرونة ومقاومة الصدمات والصلابة. والأمثلة الخاصة بمثل هذه المركبات من الأنابيب ١٠. بها ألياف مقوية أو فتيل كما صور في شكل ١. مثل هذه الأنابيب يمكن تكوينها عن طريق لف الفتيل المكون من زجاج، kevpar (بولي أميد أروماتي)، كربون، جرافيت أو ما شابه أو خليط منهم كما وصف في الأمثلة ١-٣، والتي تتحد مع مركب سيلوكسان الفينولي لهذا الاختراع. كما وصف في الأمثلة ١-٣، فإن استخدام مركب

سيلوكسان لتكوين فتيل ملفوف خاص بالأنابيب يعطي خواص محسنة من الإجهاد الحلقي، مقاومة الصدمات أكثر من الراتنج الفينولي الغير معدل.

كما يمكن استخدام مركب سيلوكسان في تكوين أنبوبة بها فتيل مقوي بالفولاذ (١٢)، مثل المصورة في شكل ٢، والتي تكون من اتحاد لفائف الفولاذ مع لفائف الفنيل المتحد مع مركب سيلوكسان الفينولي لهذا الاختراع.

كمثال آخر، تركيبات سيلوكسان فينولية يمكن استخدامها كعامل ربط في ألواح تبطين السقوف والجدران، وأيضا في إنشاء ألواح الخشب ١٤ مثل خشب رقائقي، رقائق دقيقة، وألواح رقيقة / ألواح مجدولة موجهة، كما صور في شكل ٣، لتعطي خواص محسنة من المرونة ومقاومة الرطوبة.

كمثال آخر، تركيبات سيلوكسان فينولية يمكن استخدامها في تكوين رغوة ١٦ كما صور في شكل ٤، وذلك لتحسين الارتداد ومقاومة الحياة. هذه الرغوة يمكن تكوينها من أربعة مكونات : (١) تركيب سيلوكسان الفينولي (٢) عامل نفخ (٣) وحده عامل تحكم / عامل تنشيط السطح و (٤) مقوي حامض / عامل محفز.

ويتم إدخال عامل تنشيط السطح عادة إلى الراتنج، وبذلك نقلل من عدد المكونات المخلوطة إلى ٣. تعتمد عملية تكوين الرغوة كيميائياً على تفاعل طارد للحرارة بين مركب سيلوكسان الفينولي ومقوي الحامض. وأن الحرارة المبنعثة تؤدي إلى غليان عامل النفخ المتطاير (من فريون أو بنتان) والذي يتم نشره على هيئة نقط دقيقة خلال مركب سيلوكسان الفينولي.

عناصر الحماية

١ ١- مركب سيلوكسان فينولي يتضمن على شبكة بوليمر متداخلة من بوليمر فينوكسي به
٢ مجموعات -Si...O في الجزء الأساسي منه كما يحتوي على بوليمر سيلوكسان.

١ ٢- مركب به راتنج يحتوي على مركب سيلوكسان فينولي تم تحضيره طبقاً للعنصر ١.

١ ٣- مركب سيلوكسان فينولي يتم تحضيره باتحاد:
٢ مركب فينولي يتم اختياره من المجموعة المكونة من فينول وفينول مستبدل، مع سليكون
٣ وسيط،
٤ الدهيد، و
٥ حامض أو قاعدة؛
٦ وبه يتم اتحاد السليكون الوسيط مع مركب فينولي واحد على الأقل مع الالديهيد، والمركب
٧ الفينولي الآخر يتم إضافته مع الالدهيد فيما بعد لتكوين بوليمر فينولي به مجموعات
٨ .Si... O...

١ ٤- المركب كما ذكر في العنصر ٣، وبه الفينولات المستبدلة يتم اختيارها من المجموعة
٢ المكونة من أورثو- كريزول، ميتا- كريزول، بارا- كريزول، بارا – ثالث – بيوتيل
٣ فينول، بارا – أوكتيل فينول، بارا – نونيل فينول، بارا فنيل فينول، ثاني فينول A،
٤ ريزوسينول ومخاليط مما سبق.

١ ٥- مركب سيلوكسان فينولي كما ذكر في العنصر ٣، يتضمن من ٠,٧٥ إلى ٠,٩٠ مول
٢ من الالديهيد، ومن ٠,٠١ إلى ٠,٣ مول من السليكون الوسيط لكل ١ مول من المركب
٣ الفينولي.

٦- مركب سيلوكسان فينولي كما ذكر في العنصر ٣، يتضمن من ١,٢ إلى ٣ مول من الالديهيد، ومن ٠,٠١ إلى ٠,٧ مول من السليكون الوسيط لكل ١ مول من المركب الفينولي.

٧- مركب سيلوكسان فينولي كما ذكر في العنصر ٣، يتضمن كمية كافية من العامل المحفز لتسهيل معالجة المركب في درجة حرارة الجو المحيط.

٨- مركب سيلوكسان فينولي كما ذكر في العنصر ٧، به العامل المحفز يتم اختياره من المجموعة المكونة من مركبات فلزية عضوية، مركبات أمينية، أحماض، قواعد ومخاليط منهم.

٩- مركب سيلوكسان فينولي كما ذكر في العنصر ٦، يتضمن IPN من بوليمر فينولي وبوليمر سيلوكسان.

١٠- مركب سيلوكسان فينولي كما ذكر في العنصر ٩، مجموعات Si...O... في البوليمر الفينولي.

١١- مركب يحتوي على راتنج يتضمن مركب سيلوكسان فينولي يحضر وفقاً لأي من العناصر ٧، ٩ أو ١٠.

١٢- مركب سيلوكسان فينولي يتم تحضيره باتحاد:

مركب فينولي يتم اختياره من المجموعة المكونة من فينول وفينول مستبدل، مع سليكون وسيط، وبعد ذلك يضاف؛

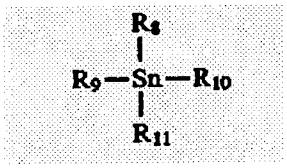
الديهيد، و

حامض أو قاعدة؛

وكمية كافية من العامل المحفز لتكوين بوليمر فينولي به مجموعات Si--O في الجزء الأساسي منه، وبوليمر سيلوكسان، والبوليمر الفينولي وبوليمر سيلوكسان يكونان IPN، والعامل المحفز يتم اختياره من المجموعة من مركبات فلزية عضوية، مركبات أمينية، أحماض، قواعد ومخاليط مما سبق.

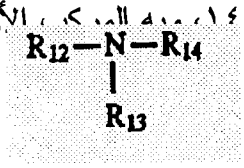
١٣- المركب كما ذكر في العنصر ١٢، به الفينول المستبدل يتم اختياره من المجموعة المكونة من أورثو- كريزول، ميتا- كريزول، بارا- كريزول، بارا – ثالث – بيوتيل فينول، بارا – أوكتيل فينول، بارا – نونيل فينول، بارا فنيل فينول، ثاني فينول A، ريزوسينول ومخاليط مما سبق.

١٤- مركب كما ذكر في العنصر ١٢، وبه العامل المحفز هو خليط من مركب فلزي عضوي ومركب أميني، وبه المركبات العضوية الفلزية هي مركبات القصدير العضوية والتي لها الصيغة العامة



والتي بها R_8، R_9، R_{10}، R_{11} يتم إختيارهم من المجموعة المحتوية على الكيل، أريل، إريل أريلوكسي، والكوكسي بها ١١ ذرة كربون على الأكثر، وأيضاً بها أي إثنين من R_8، R_9، R_{10}، R_{11}، يتم إختيارهم من المجموعة المكونة من ذرات غير عضوية تشمل هالوجين، كبريت وأكسجين.

١٥- مركب كما ذكر في العنصر ١٤، وبه المركب الأميني له الصيغة #STR15#



وبها R_{12} و R_{13} كل منها يتم إختياره من المجموعة المكونة من هيدروجين، أريل والكيل به حتى ١٢ ذرة كربون، و R_{14} يتم إختياره من المجموعة المكونة من الكيل، أريل وهيدروكسي الكيل بهم ١٢ ذرة كربون على الأكثر.

١٦- مركب به راتنج يحتوي على التركيب المحضر وفقا للعنصر ١٢.

١٧- تركيب سيلوكسان فينولي يتم تحضيره باتحاد:
راتنج فينولي،
سليكون وسيط، و
كمية كافية من العامل المحفز لتسهيل تكوين IPN لدنة الحرارة من البوليمر الفينولي والبوليمر السيلوكساني، البوليمر الفينولي به مجموعات – Si-- O في عموده الفقري.

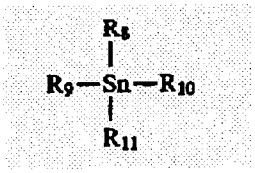
١٨- تركيب كما ذكر في العنصر ١٧ يتضمن من ٦٥ إلى ٩٩,٥% من الوزن راتنج ريزول فينولي اعتماداً على التركيب الكلي.

١٩- تركيب كما ذكر في العنصر ١٧، يتضمن سليكون وسيط من ٠,٥ إلى ٣٥% من الوزن من التركيب الكلي.

٢٠- تركيب كما ذكر في العنصر ١٧، به العامل المحفز يتم اختياره من المجموعة المكونة من مركبات فلزية عضوية، مركبات أمينية، أحماض، قواعد ومخاليط منهم.

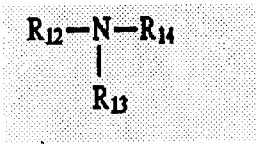
٢١- تركيب كما ذكر في العنصر ٢٠، به العامل المحفز هو خليط من مركب فلزي عضوي مع مركب أميني.

٢٢- تركيب كما ذكر في العنصر ٢١، به المركب الفلزي العضوي هو مركب قصدير عضوي له الصيغة



وبه مركبات القصدير العضوية والتي لها الصيغة العامة #STP6# والتي بهـا R_8، R_9، R_{10}، R_{11} يتم إختيارهم من المجموعة المحتوية على الكيل، أريـل، إريـل أريلوكسـي، والكوكسي بها ١١ ذرة كربون على الأكثر، وأيضاً بها أي إثنين من R_8، R_9، R_{10}، R_{11}، يتم إختيارهم من المجموعة المكونة من ذرات غير عضوية تشمل هـالوجين، كبريـت وأكسجين.

٢٣- تركيب كما ذكر في أي من العنصرين ٢١ أو ٢٢، به المركب الأميني له الصيغة



وبها R_{12} و R_{13} كل منها يتم إختياره من المجموعة المكونة مـن هيـدروجين، أريـل والكيل به حتى ١٢ ذرة كربون، و R_{14} يتم إختياره من المجموعة المكونة مـن الكيـل، أريل وهيدروكسي الكيل بهم ١٢ ذرة كربون على الأكثر.

٢٤- تركيب كما ذكر في العنصر ٢٠، يتضمن عامل محفز من ٥ إلى ٢٥% من الوزن الكلي للمركب.

٢٥- مركب به راتنج يتضمن مركباً يتم تحضيره وفقاً للعنصر ١٧.

٢٦- تركيب سيلوكسان فينولي لدن بالحرارة يتم تحضيره باتحاد:
من ٦٥ إلى ٩٩,٥% من الوزن راتنج ريزول فينولي اعتماداً على التركيب الكلي، مع سليكون وسيط مع عدم وجود مذيب لتكوين بوليمر فينولي به مجموعات -Si-O في عموده الفقري، مع إضافة.

٥ كمية كافية من العامل المحفز إلى السيليكون الوسيط، وراتنج ريزول الفينـــولي لتســـهيل
٦ عملية المعالجة عند درجة حرارة أقل من ١٠٠°م ويتضمن هذا العامل المحفـــز مركـــب
٧ فلزي عضوي ومركب أميني.

١ ٢٧- تركيب كما ذكر في العنصر ٢٦، يتضمن سليكون وسيط من ٠,٥ إلى ٣٥% مـــن
٢ الوزن من التركيب الكلي.

١ ٢٨- تركيب كما ذكر في العنصر ٢٦، يتضمن عامل محفز حتى ١٠% من الوزن الكلي
٢ للمركب.

١ ٢٩- مركب به راتنج يتضمن تركيب يتم تحضيره وفقاً للعنصر ٢٦.

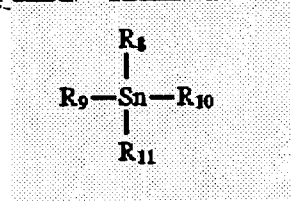
١ ٣٠- مركب سيلوكسان فينولي يتم تحضيره باتحاد:
٢ راتنج فونولاك فينولي،
٣ مادة مانحة للفورمالدهيد تتفاعل مع راتنج فونولاك لتكوين بوليمر فينولي،
٤ سليكون وسيط يكون بوليمر سيلوكسان والذي يقوم بإدخال مجموعات سيلوكســـان علـــى
٥ البوليمر الفينولي،
٦ كمية كافية من العوامل المحفزة لتسهيل تكوين IPN لدنة بالحرارة من البوليمر الفينـــولي
٧ والسيلوكساني.

١ ٣١- مركب كما ذكر في العنصر ٣٠، يتضمن سليكون وسيط من ٠,٥ إلى ٣٥% مـــن
٢ الوزن الكلي للتركيب.

١ ٣٢- مركب كما ذكر في العنصر ٣٠، يتضمن العامل المحفز يتم اختياره من المجموعة
٢ المكونة من مركبات فلزية عضوية، مركبات أمينية، أحماض، قواعد ومخاليط منهم.

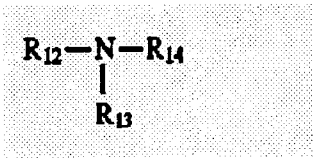
٣٣- مركب كما ذكر في العنصر ٣٢، به العامل المحفز خليط من مركب فلزي عضوي مع مركب أميني.

٣٤- مركب كما ذكر في العنصر ٣٣، به المركب الفلزي العضوي هو مركب قصدير عضوي له الصيغة STR18 وبه مركبات القصدير العضوية والتي لها الصيغة العامة



والتي بها R_8، R_9، R_{10}، R_{11} يتم إختيارهم من المجموعة المحتوية على الكيل، أريل، إريل أريلوكسي، والكوكسي بها ١١ ذرة كربون على الأكثر، وأيضاً بها أي إثنين من R_8، R_9، R_{10}، R_{11}، يتم إختيارهم من المجموعة المكونة من ذرات غير عضوية تشمل هالوجين، كبريت وأكسجين.

٣٥- مركب كما ذكر في أي من العنصرين ٣٣ أو ٣٧، به المركب الأميني له الصيغة



وبها R_{12} و R_{13} كل منها يتم إختياره من المجموعة المكونة من هيدروجين، أريل والكيل به حتى ١٢ ذرة كربون، و R_{14} يتم إختياره من المجموعة المكونة من الكيل، أريل وهيدروكسي الكيل بهم ١٢ ذرة كربون على الأكثر.

٣٦- تركيب كما ذكر في العنصر ٣٠، يتضمن عامل محفز من ٥ إلى ٢٥% من الوزن الكلي للمركب.

١ ٣٧- مركب به راتنج يتضمن مركباً يتم تحضيره وفقاً للعنصر ٣٠.

١ ٣٨- طريقة لتكوين مركب سيلوكسان فينولي تتضمن الطرق:
٢ اتحاد مكون فينول، الديهيد، سليكون وسيط في تسلسل محدد مسبقاً,
٣ تفاعل هذه المكونات لتكوين بوليمرات فينولية، بوليمرات سيلوكسان أولية، وذلك لإدخال
٤ مجموعات -Si-- O في العمود الفقري للبوليمرات الأولية، و
٥ معالجة المكونات المتفاعلة.

١ ٣٩- الطريقة المذكورة في العنصر ٣٨، تتضمن اتحاد كمية كافية من العامل المحفز مع
٢ الخليط لتسهيل التشابك.

١ ٤٠- الطريقة المذكورة في العنصر ٣٩، تتضمن عامل محفز يتم اختياره من المجموعة
٢ المكونة من مركبات فلزية عضوية، مركبات أمينية، أحماض، قواعد ومخاليط منهم.

١ ٤١- طريقة لتكوين مركب سيلوكسان فينولي تتضمن الخطوات:
٢ اتحاد راتنج ريزول فينول مع سليكون وسيط لتكوين خليط، تفاعل الخليط في عدم وجود
٣ مذيب لتكوين خليط يحتوي على بوليمر فينولي به مجموعات سيلوكسان في عموده
٤ الفقري، وإضافة كمية كافية من العامل المحفز الذي يحتوي على مركب فلزي عضوي
٥ ومركب أميني لتسهيل المعالجة.
١ ٤٢-الطريقة المذكورة في العنصر ٤١، تتضمن إضافة كمية كافية من العامل المحفز
٢ لتسهيل معالجة الخليط عند درجة أقل من ١٠٠°م.

١ ٤٣- طريقة لتكوين تركيب سيلوكسان فينولي تتضمن الخطوات:
٢ اتحاد راتنج فونولاك فينولي، مادة مانحة للفورمالديهيد، سيليكون وسيط لتكوين خليط،

تفاعل الخليط في عدم وجود مذيب لتكوين خليط يحتوي على بوليمر فينولي به مجموعات سيلوكسان في عموده الفقري، وإضافة كمية كافية من العامل المحفز الذي يحتوي على مركب فلزي عضوي ومركب أميني لتسهيل المعالجة.

٤٤- طريقة ذكرت في العنصر ٤٣، وبها خطوة إضافة العامل المحفز تتضمن إضافة مركب فلزي عضوي ومركب أميني.

٤٥- طريقة ذكرت في العنصر ٤٣، تتضمن إضافة كمية كافية من العامل المحفز لتسهيل معالجة الخليط عند درجة أقل من ١٠٠°م.

٤٦- مركب سيلوكسان فينولي يتم تحضيره باتحاد:

مركب فينولي يتم اختياره من المجموعة المكونة من فينول وفينول مستبدل، مع

سليكون وسيط،

الديهيد، و

حامض أو قاعدة؛

وبه يتم اتحاد السليكون الوسيط مع مركب فينولي واحد على الأقل مع الالديهيد، والمركب الفينولي الآخر يتم إضافته مع الالدلديهيد فيما بعد لتكوين بوليمر فينولي به مجموعات Si... O... ويكون البوليمر الفينولي وبوليمر سيلوكسان معاً IPN.

٤٧- المركب كما ذكر في العنصر ٤٦، به الفينولات المستبدلة يتم اختيارها من المجموعة المكونة من أورثو- كريزول، ميتا- كريزول، بارا- كريزول، بارا - ثالث - بيوتيل فينول، بارا - أوكتيل فينول، بارا - نونيل فينول، بارا فنيل فينول، ثاني فينول A، ريزوسينول ومخاليط مما سبق.

٤٨- مركب سيلوكسان فينولي لدن بالحرارة يتم تحضيره باتحاد مادة مانحة للفورمالديهيد، من ٥٠ إلى ٩٥% من وزن راتنج فونولاك الفينولي اعتماداً على المركب الكلي، ويتفاعل راتنج فونولاك مع مانح الفورمالديهيد لتكوين بوليمر فينولي، به مجموعات Si-O- في عموده الفقري، مع إضافة.

كمية كافية من العامل المحفز إلى السيليكون الوسيط، وراتنج فونولاك الفينولي لتسهيل عملية المعالجة عند درجة حرارة أقل من ١٠٠°م ويتضمن هذا العامل المحفز مركب فلزي عضوي ومركب أميني.

٤٩- تركيب سيلوكسان فينولي لدن بالحرارة يتم تحضيره باتحاد:

من ٦٥ إلى ٩٩,٥% من الوزن راتنج ريزول فينولي اعتماداً على التركيب الكلي، مع سليكون وسيط مع عدم وجود مذيب لتكوين بوليمر فينولي به مجموعات Si-O- في عموده الفقري، مع إضافة.

كمية كافية من العامل المحفز إلى السيليكون الوسيط، وراتنج ريزول الفينولي لتسهيل عملية المعالجة عند درجة حرارة أقل من ١٠٠°م ويتضمن هذا العامل المحفز مركب فلزي عضوي ومركب أميني لتكوين IPN من بوليمر سيلوكسان والبوليمر الفينولي.

٥٠- طريقة لتكوين مركب سيلوكسان فينولي تتضمن الخطوات:

اتحاد راتنج ريزول فينول مع سليكون وسيط لتكوين خليط، تفاعل الخليط في عدم وجود مذيب لتكوين خليط يحتوي على بوليمر فينولي به مجموعات سيلوكسان في عموده الفقري، وإضافة كمية كافية من العامل المحفز الذي يحتوي على مركب فلزي عضوي ومركب أميني لتسهيل المعالجة.