

Study the Effect of Coumaron Resin on Chloroprene Based Rubber Adhesive

Dr. Hassan Wasouf *

Dr. Barra Siyo**

Ghaith Salameh***

(Received 20 / 6 / 2022. Accepted 20 / 9 /2022)

□ ABSTRACT □

In this research, a chloroprene based rubber adhesive (contact adhesive) was prepared and the optimum ratio was studied to achieve the best compatibility between coumarone resin and chloroprene rubber (CR) in order to reach the best peel strength. Wherever, several percentages of coumarone resin were selected and the peel strength of a rubber/metal substrate was studied. The best percentage of achieving the highest peel strength of 4.2 N/mm was 25 Phr. It also gave a viscosity of 1164 C.P, which is the suitable viscosity for applying the adhesive by brushing method. Previous tests were carried out using a general mechanical testing device (FRANK) and viscosity device (BROOKFIELD).

Keywords: Contact adhesive ,Chloroprene rubber, Coumarone resin, Peel strength, Rheological properties.

* Associate Professor- Department of Chemistry- Faculty of Science- Tishreen University – Lattakia- Syria. hasanwasouf@yahoo.com

**Assistant Professor-Department of Chemistry- Faculty of Science- Tishreen University - Lattakia- Syria. Baraa.siyo@gmail.com

*** Master Student - Applied Chemistry Department of Chemistry- Faculty of Science- Tishreen University - Lattakia- Syria. ghaith.salameh@tishreen.edu.sy

دراسة تأثير ريزين الكومارون على لاصق مطاطي أساس كلوروبرين

د. حسن وسوف*

د. براءة سيو**

غيث سلامة***

(تاريخ الإيداع 20 / 6 / 2022. قُبِلَ للنشر في 20 / 9 / 2022)

□ ملخص □

في هذا البحث تم تحضير لاصق مطاطي أساس كلوروبرين (لاصق تماس) ودراسة النسبة المثلى لتحقيق أفضل توافق (compatibility) بين ريزين الكومارون ومطاط الكلوروبرين CR بهدف الوصول الى أفضل قوة قشر، حيث تم اختيار عدة نسب لريزين الكومارون ودراسة قوة القشر لركيزة مطاط/معدن، وتبين أن أفضل نسبة تحقق أعلى قوة قشر 4.2 N/mm هي 25 Phr، كما أعطت لزوجة 1164 C.P وهذه القيمة هي اللزوجة المناسبة لتطبيق اللاصق بطريقة الدهن بالفرشاة.

تم إجراء الاختبارات السابقة باستخدام جهاز الاختبارات الميكانيكية العامة (FRANK) وجهاز اللزوجة .BROOKFIELD

الكلمات المفتاحية: لاصق تماس، مطاط كلوروبرين، ريزين الكومارون، قوة القشر، خواص ريولوجيه.

* أستاذ مساعد - قسم الكيمياء - كلية العلوم-جامعة تشرين - اللاذقية- سورية.

** مدرس - قسم الكيمياء - كلية العلوم-جامعة تشرين- اللاذقية- سورية.

*** طالب ماجستير-قسم الكيمياء-كلية العلوم-جامعة تشرين- اللاذقية- سورية.

مقدمة:

تعرف المواد اللاصقة بأنها مواد قادرة على تبليد الأسطح وربطها ببعضها البعض وجعلها مقاومة للفصل بحيث تكون زاوية التماس بين المادة اللاصقة والسطح المطبق عليه قريبة من الصفر وهذا يتطلب وجود الألفة بين المادة اللاصقة والسطح المطبق عليه [1].

يعتبر لاصق التماس (Contact adhesive) من أهم أنواع اللواصق الموجودة وبالتحديد هو لاصق يرتبط مع نفسه بعملية الانتشار (diffusion process) بعد تطبيقه على كلا السطحين المراد لصقهما [2-3].

تمتاز اللواصق التي أساسها مطاط الكلوروبرين C_4H_5Cl بالمقاومة للأكسدة والحرارة والزيوت والمذيبات والأوزون وهذا يجعلها متفوقة على لواصق المطاط الطبيعي NR [4].

وتمتلك لواصق التماس التي أساسها مطاط البولي كلوروبرين CR خاصيتين أساسيتين هما التبلور (Crystallinity) والقطبية (Polarity) [5]، وبسبب الطبيعة القطبية يتم استخدام اللواصق التي أساسها مطاط الكلوروبرين لربط ولصق ركائز مختلفة مثل الجلد، مطاط، خشب، سيراميك، معادن [6]، وتعزز خاصية التبلور الموجودة في هذا النوع من اللواصق قوة القشر لكونها الاختبار المعياري لقوة اللصق في ركيزة مطاط معدن [7].

يقصد بقوة القشر مقاومة المادة للانفصال وتساوي حاصل قسمة القوة اللازمة لفصل ركيزتين على عرض الركيزة، علماً أنه يجب أن تكون إحدى الركائز أو كلاهما مادة مرنة (مطاط) [1].

يدخل في تركيب اللواصق أساس كلوروبرين الريزينات المحسنة للدبقية Tackifiers التي تلعب دوراً أيضاً في تحسين الخواص الميكانيكية والريولوجية التي يقصد بها دراسة السيولة والتشوه للمواد تحت تأثير الحرارة والإجهاد ومن أكثر المجالات التي يدرسها علم الريولوجيا هي دراسة آلية الجريان وتشوه المواد البلاستيكية أثناء عمليات تشكيلها المختلفة مثل البثق والكبس والحقن [8]، إضافة لتحسين الدبقية المعروفة على أنها مقاومة سطحي مادتين للانفصال بعد تطبيق ضغط خفيف على السطحين حتى التماس المباشر [9-10]، ومن أنواع الريزينات المحسنة للدبقية (Tackifiers) القلفونة Rosin ومشتقاتها وريزينات التربين Terpen وريزينات الفينوليك (Phenolic Resin) وريزينات الهيدروكربون (Coumarone Indene Resin) [11-12].

تم اختيار ريزين الكومارون $C_{17}H_{14}O$ في الدراسة بسبب توفره ورخص ثمنه ومجالات تطبيقه الواسعة في صناعة اللواصق.

أهمية البحث وأهدافه:

تكمن أهمية البحث في دراسة تأثير إضافة محسنات الدبقية Tackifiers مثل ريزين الكومارون الى لاصق مطاطي أساس الكلوروبرين وتحديد النسبة المثالية للحصول على قوة قشر عالية للصلق ركيزة مطاط NBR3370/معدن. أهداف البحث:

1. تحضير لاصق مطاطي أساسه مطاط الكلوروبرين.
2. دراسة تأثير إضافة ريزين الكومارون الى مطاط الكلوروبرين على خواص عملية اللصق.
3. دراسة الخصائص الريولوجية (اللزوجة).
4. دراسة الخصائص الميكانيكية (قوة القشر).
5. إنتاج لاصق جديد واستخدامه في التطبيقات الصناعية.

طرائق البحث ومواده:

1- المواد والأجهزة المستخدمة:

مطاط كلوروبرين CR210 Poly(2-Clorobutadiene-1,3) من شركة Laxness Baypren 210، لزوجته 43±4 moony Viscosity، الكثافة 1.23g/cm³، ريزين الكومارون G-90 درجة التلين (Softing point) 90°C، Rhenofit Mgo أكسيد المغنيزيوم، Richon من شركة Zno، أكسيد الزنك، molecular weight=770 g/mol، 2150 من Rhein Chemie الألمانية، مضاد أكسدة (TMQ 2,2,4-trimethyl-1,2 Dithdroquinoline) (Aromatic polyisocyanate based on toluene diisocyanate) Ly75، ديسمودور (polymer N-isopropyl-N'-phenyl-p-)، تولوين، ديسمودور Ly75، نسبة الايزوسيانات 13.3±0.4%، IPPD مضاد أكسدة إيزوبروبيلين فينيل دي أمين (N-isopropyl-N'-phenyl-p-)، مانع التصاق (بخاخ سليكوني)، مزلق (حمض الشمع التجاري)، معدن 25CrMo4، مسرع (phenylenediamine)، كبريت (نقاوة 98%)، مطاط NBR Krynac 3370 F، مطاط شركة Laxness، كربون أسود ISAF-N220، كربون أسود SRF- N772. خلاط ميكانيكي سرعة 3000 دورة/دقيقة (منشأ ألماني)، عجانة صغيرة (طراز XK-150) منشأ الصين، مكبس هيدروليكي 50 طن (Model PHTP50-2) المنشأ سوري، آلة الاختبارات العامة المستخدمة نوع [81801/DNO] صنع الشركة الألمانية FRANK، جهاز قياس الخواص الريولوجية (ODR) Oscillating Disk Rheometer، جهاز BROOKFIELD لقياس اللزوجة، قالب معدني، فرشاة دهان، صفائح معدنية، مشرط، كأس بلاستيك، هاون لطحن المواد، ميزان الكتروني دقة 0.01g.

2- تحضير اللاصق المطاطي أساس مطاط الكلوروبرين:

جرى تحضير عدة تراكيب من اللاصق المطاطي حيث تم تغيير نسبة ريزين الكومارون في جميع التراكيب المحضرة مع ثبات باقي المكونات كما هو موضح في الجدول (1):

جدول (1): الخلطات المطاطية المحضرة

رمز الخلطة	G-1	G-2	G-3	G-4
المكونات *phr				
CR210	100	100	100	100
Coumarone Indene Resin	0	25	35	50
MgO	4	4	4	4
ZnO	5	5	5	5
TMQ	2	2	2	2
ديسمودور Ly75	80	80	80	80

*parts per hundred rubber

:TMQ

حيث CR210: 2-Clorobutadiene-1,3.

2,2,4-trimethyl-1,2 Dithdroquinoline polymer

Coumarone Indene Resin: ريزين الكومارون المستخدم لتحسين اللصق.

ديسمودور Ly75 : polyisocyanate.

تم تحضير تركيبة اللاصق المطاطي بأساس مطاط الكلوروبرين وفق الترتيب التالي:

- ✓ وزن المواد الأولية الداخلة في تركيبة اللاصق المطاطي.
- ✓ طحن حبيبات مضاد الأكسدة TMQ.
- ✓ مرحلة العجن.

تم عجن مطاط الكلوروبرين الخام لمدة من 5-10 min بواسطة عجانة صغيرة (طراز XK150) بدرجة حرارة منخفضة حوالي (40-50) درجة مئوية بحيث نتجنب ارتفاع درجة الحرارة لمنع حدوث فلكنة مبكرة بجميع مراحل الإضافات، بعد ذلك أضيف ريزين الكومارون إلى المطاط بالتدريج مع الحفاظ على درجة الحرارة السابقة حتى تمام تجانس خلطة المطاط لمدة من 5-10 min ، أضيف بعد ذلك أكسيد المغنيزيوم بهدف استقبال حمض كلور الماء الناتج عن عجن مطاط الكلوروبرين والتفاعل معه لتشكيل ملح معتدل لأن الحمض يؤثر سلباً على اللاصق وركيزة اللصق إضافة إلى دوره كمفلكن ثانوي، ثم أضيف أكسيد الزنك لمدة تتراوح ما بين 5-10 min بهدف فلكنة مطاط الكلوروبرين إذ يعد المفلكن الأساسي ودونه تحتاج عملية الفلكنة وقت أطول وكميات أكبر من أكسيد المغنيزيوم، أضيفت بعد ذلك حبيبات TMQ المطحونة لمدة تتراوح ما بين 5-10 min لضمان التجانس بشكل كامل إذ تفيد عملية العجن في تخفيض لزوجة المطاط وتحقيق توزيع متجانس للإضافات.

تم تحضير عينة ODR لقياس الخواص الريولوجية وذلك بقص عينة بوساطة أداة قص العينات بأبعاد محددة وفق ASTM D 2084 (American Society for Testing and Materials) [13] قطر (30mm) وسماكة (10-13mm).

بعد الانتهاء من خلط تركيبة المطاط تم تقطيع العجينة الناتجة الى قطع صغيرة لضمان انحلال العجينة بشكل كامل ضمن المذيب المستخدم، وزنت كمية مذيب التولوين المطلوبة وأضيفت فوق الخلطة المقطعة وتركت للنقع في وعاء الخلط مدة 48 ساعة تقريباً حتى تمام الانحلال الكامل للمطاط. تم تشغيل الخلاط الميكانيكي بدءاً من السرعة (200-2500 دورة/دقيقة) بالتدريج حتى تمام التجانس ضمن وعاء الخلط.

3. تحضير المعدن وتهيئة سطحه:

تم استخدام ركيزة معدن من النوع 25CrMo4 وفق المعيار DIN (المعهد الألماني للتوحيد القياسي Deutsches Institut für Normung) رقم المواصفة 17176 [14] ، ولضمان جودة الالتصاق يجب تحضير السطوح المعدّة للصلق. تمت معالجة المعدن بطريقتين:

❖ الطريقة الميكانيكية: من خلال السفع بالرمل (Abrasive blasting) وهي عملية دفع تيار من المواد الكاشطة كالرمل بقوة على السطح المراد تنظيفه تحت ضغط مرتفع لإزالة طبقة الأكسيد عن سطح المعدن وزيادة سطح الالتصاق الفعال من خلال تخشين السطح [15].

❖ الطريقة الكيميائية: تمت معالجة المعدن باستخدام تري كلورو الإيثيلين لإزالة الشحوم والزيوت عن سطح المعدن الموجودة ضمن مسام المعدن [15].

4- تحضير ركيزة المطاط أساس NBR

خُضرت ركيزة مطاط NBR بهدف استخدامها كركيزة للصلق على المعدن لإجراء الاختبار على المادة اللاصقة؛ إذ تم تحضيرها وفق النسب الموضحة في الجدول (2)

النسبة (Phr)	المواد الأولية
100	مطاط خام NBR3370 F
2	حمض الشمع
5	ZnO
3	IPPD
20	ISAF-N220
80	SRF- N772
1.5	MBTS
1.5	S

حيث NBR3370 F مطاط نتريل بوتاديين، IPPD: ايزوبروبيلين فينيل دي أمين، ISAF-N220: Semi-Reinforcing Furnace ، SRF- N772، Intermediate Super Abrasion Furnace N220 ، N772، MBTS: 2'-2-Dithiobis(benzothiazole)، S: كبريت.

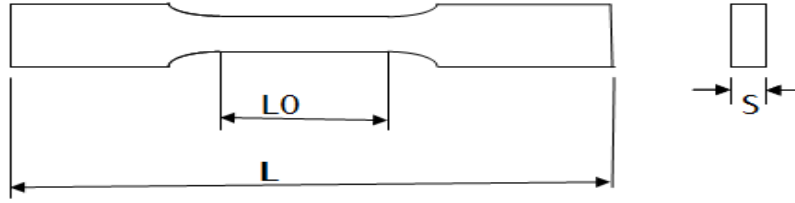
تم وزن المواد الأولية الداخلة في تركيب خلطة المطاط المراد تطبيق اللاصق عليه ثم تم عجن مطاط خام NBR3370 لمدة من 5-10 min بواسطة عجانة صغيرة (طرز XK-150) لتخفيض لزوجة المطاط ثم أُضيف حمض الشمع الى المطاط بالتدرج حتى تمام تجانس خلطة المطاط لمدة من 5-10 min بعد ذلك أُضيفت الكمية الموزونة من مزيج مضاد الأكسدة وأكسيد الزنك (ZnO + IPPD) بنفس الألية السابقة بعد ذلك أُضيف الكربون الأسود-ISAF N220 ثم الكربون الأسود-SRF- N772 بالتدرج كما السابق ثم أُضيفت الكمية الموزونة من مزيج الكبريت والمسرّع (MBTS+S) مع الانتباه في هذه المرحلة الى درجة حرارة أقل من 80 درجة مئوية لمنع حدوث فلكنة مبكرة، استمر العجن لمدة دقيقة بعد نهاية إضافة مواد الخلطة لضمان التجانس بشكل كامل [16].

تم تحضير عينة ODR لقياس الخواص الريولوجية (اختبار جودة المواد المطاطية) وذلك بقص عينة بواسطة أداة قص العينات بأبعاد محددة وفق ASTM. D 2084 [13] قطر (30 mm) وسماكة (10-13mm).

5-تشكيل ركيبة المطاط:

تم تنظيف القالب من الزيوت والشحوم والمواد العالقة بقصاصات قطنية مبللة بالأسيتون، ثم تم بخ القالب بمانع التصاق (سليكوني)، وضع القالب بين بلاطات المكبس وتم تسخينه الى الدرجة 155 °C، وبعد التأكد من التجانس الحراري للقالب (قياس الحرارة في عدة نقاط)، وضعت شريحة من المطاط في القالب مع تطبيق ضغط أولي وحرر الضغط (تكرر هذه العملية لثلاث مرات متتالية وذلك للتأكد من خروج الفقاعات الهوائية) ثم طبق الضغط الكامل 50 طن مع المحافظة على درجة الحرارة 155 °C لمدة 30 دقيقة (زمن الفلكنة)، تم فتح القالب ونزعت الشريحة المفلكنة، تم القيام بفحص الشريحة عن طريق النظر (فحص بصري) للتأكد من عدم وجود عيوب مثل تشقق -انتفاخ-انخماص، ثم أرسلت الشريحة الناتجة الى مخبر الخواص الميكانيكية، حيث حضرت عينة الاختبار من المادة الخام(الشريحة) وفق ASTM D412 الخواص المطاطية [17] عن طريق قصها بواسطة جهاز قص العينات الذي يحتوي على أداة القص الموافقة ل ASTM ، يفضل أن تكون عملية القص خلال شوط واحد للأداة (ضغط واحد) بُغية الحصول على

سطوح ناعمة وخالية من الشوائب والنتوءات، وإن وجدت تُزال بوساطة مشرط ورقي مع الانتباه لعدم تشويه سطوح العينة كما هو موضح في الشكل(1)، نُفذ الاختبار وفق النظام الألماني (DIN 53448).



شكل (1) عينة الشد المأخوذة للاختبار

حيث:

S: تمثل سماكة عينة الاختبار 2mm.

L_0 : تمثل الطول الفعال للعينة للاختبار 4mm.

L: تمثل طول العينة 25mm.

6-تطبيق اللاصق على جملة اللصق مطاط- معدن

تم قص عينات مطاطية من الشرائح المحضرة بعملية التشكيل بحيث تكون متوافقة مع الجسم المعدني المراد اللاصق عليه، تم وزن الكمية المطلوبة من محلول اللاصق وتم إضافة الكمية الموافقة لها من الديسمودور وذلك لتحسين المقاومة الحرارية لللاصق وتحسين عملية اللصق مع سطح المعدن [1]، مزج الخليط جيداً قبل التطبيق. وزع اللاصق على كل من الصفيحة المعدنية والعينة المطاطية باستخدام فرشاة دهان على هيئة (فيلم رقيق) من المادة اللاصقة كأساس وتركت لمدة زمنية قصيرة، ثم كررت عملية دهن اللاصق مع توزع متجانس للمادة اللاصقة على كلا السطحين، طبقت الجملة (معدن-لاصق-مطاط)، تركت بعد ذلك العينات لمدة 5 أيام قبل إجراء اختبار اللزوجة وقوة القشر المطلوبين.

كررت هذه المنهجية على تراكيب اللواصق الأربعة المحضرة سابقاً بنفس الآلية تماماً.

النتائج والمناقشة:

1- تم تحديد اللاصق المثالي من خلال دراسة تأثير نسبة ريزين الكومارون على اللاصق المطاطي بأساس كلوروبرين عن طريق إجراء الاختبار باستخدام جهاز الاختبارات العام FRANK وفق ASTM-429 [18] فكانت نتائج قوة القشر الناتجة وفق الآتي جدول (3).

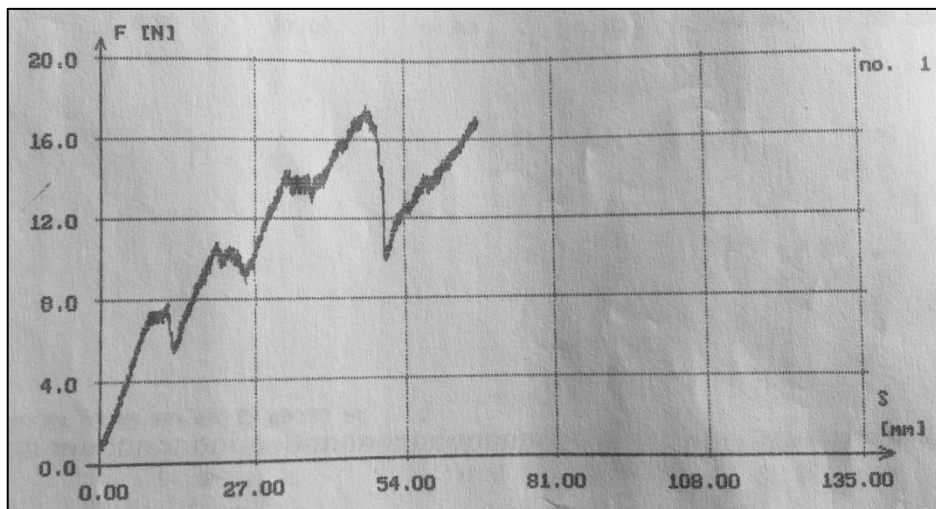
جدول (3): نتائج قوة القشر				
رمز الخلطة	G ₁	G ₂	G ₃	G ₄
نسبة الكومارون Phr	0	25	35	50
قوة القشر N/mm	2.18	4.2	1.9	1.65

تم حساب قوة القشر من العلاقة [19]

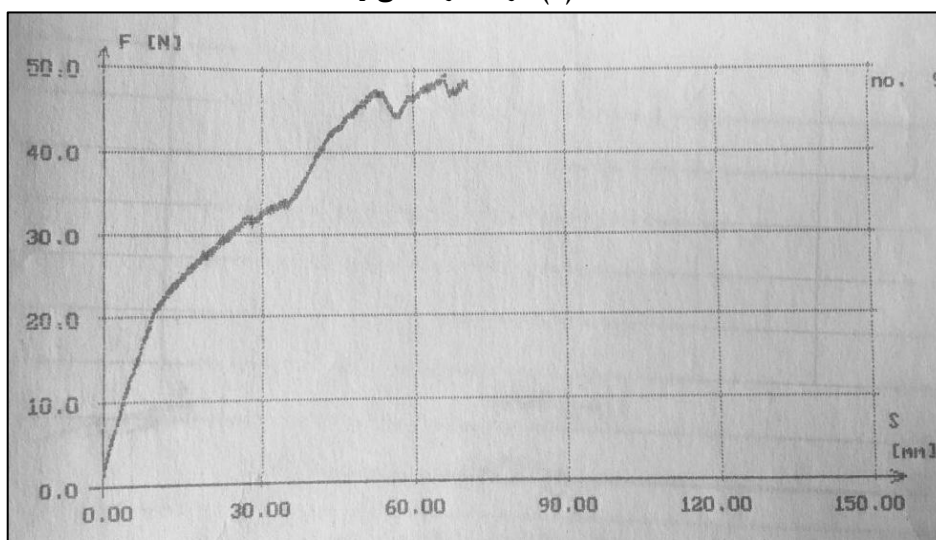
$$P=F/b$$

P: قوة القشر (N/mm) ، F: القوة الأعظمية (N) ، b: عرض العينة (mm)

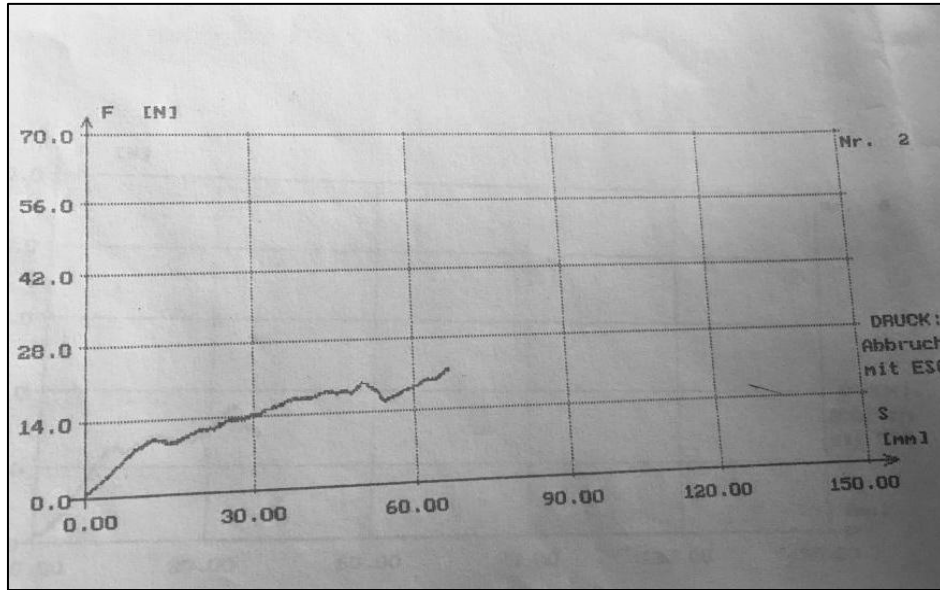
وكانت المخططات البيانية الموافقة لقوة القشر كالآتي:



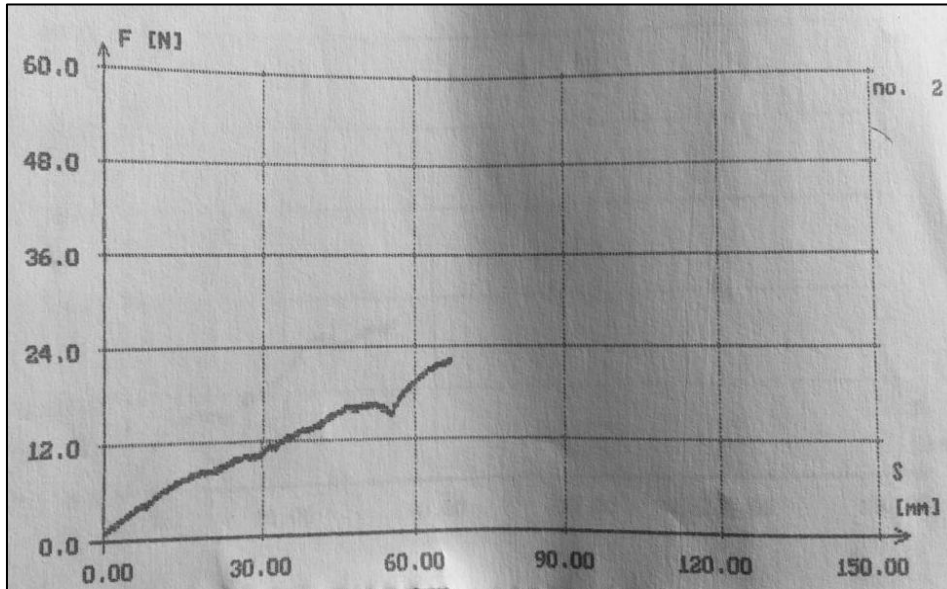
شكل (2): قوة القشر لاصق G_1



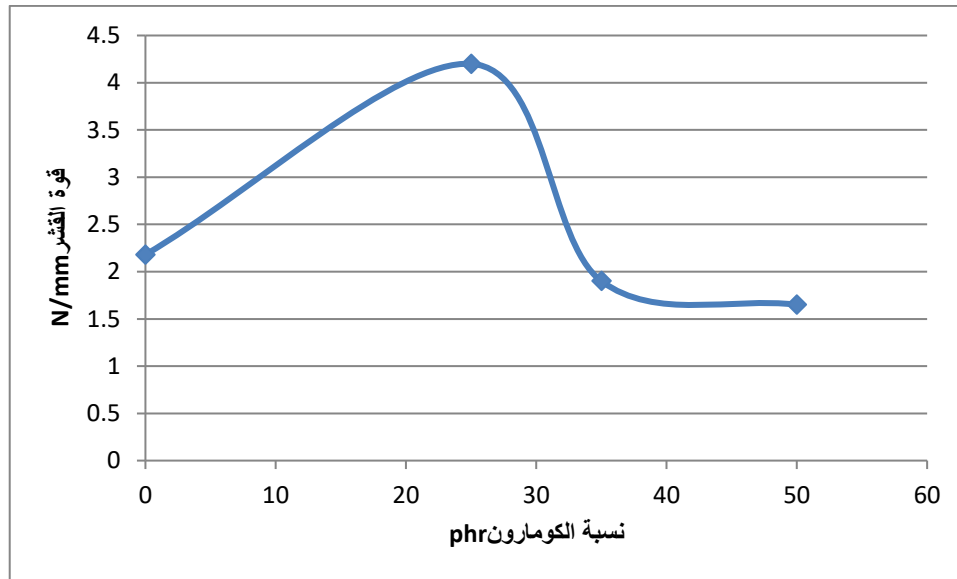
شكل (3): قوة القشر لاصق G_2



شكل (4): قوة القشر للاصق G3



شكل (5): قوة القشر للاصق G4



شكل (6): تأثير ريزين الكومارون على قوة القشر مع اختلاف نسب الريزين

يبين المخطط البياني الشكل (6) إن النسبة المثالية لريزين الكومارون هي 25 phr والتي تحقق أعلى قوة قشر وتعزى النتيجة إلى تحقيق أعلى توافقية بين الريزين والمطاط (compatibility)، وفوق هذه النسبة تتدهور قوة القشر بسبب زيادة قسافة (هشاشة) اللاصق نتيجة زيادة التشابك Crosslink.

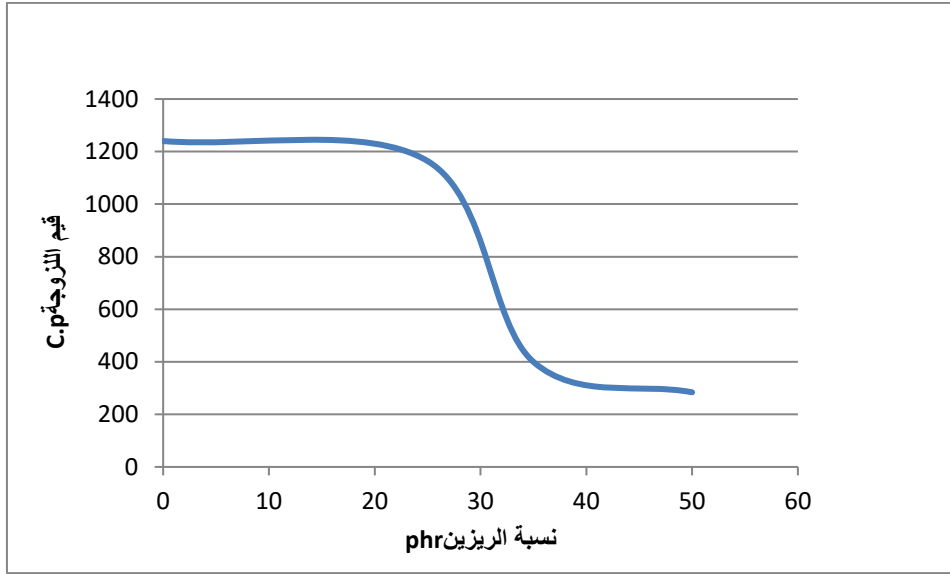
دلت النتائج بالاعتماد على الدراسات المرجعية أن إضافة ريزين الكومارون (Coumarone Indene Resin) حتى النسبة 40 phr إلى اللاصق تحقق أفضل توافقية بين الريزين والمطاط وبالتالي أعلى قوة قشر 1.7N/mm في ركيزة مطاط من نوع SBR [20-21].

عند استخدام ريزين الفينول فورم ألدهيد (P-tert-butyl phenol resine) وجد أن النسبة المثالية هي 30phr والتي تحقق أعلى قوة قشر 10.4N/mm وعند نسبة أعلى من 40 phr تنخفض هذه القوة [22].

2- تم تحديد قيم اللزوجة بالدرجة 25 °C باستخدام جهاز قياس اللزوجة (RV-DV-III) BROOKFIELD (Ultra Rehometer) وفق ASTM D-789 [23] لتراكيب اللاصق الأربعة كما في الجدول (4).

جدول (4): قيم اللزوجة عند درجة حرارة 25 °C

رمز الخلطة	G1	G2	G3	G4
نسبة الكومارون Phr	0	25	35	50
قيم اللزوجة C.p	1240	1164	400	284



شكل (7): تأثير نسبة الكومارون على قيم اللزوجة

يبين المخطط البياني الشكل (7) أن قيمة اللزوجة تتخفف مع زيادة نسبة الريزين وسبب هذا الانخفاض هو زيادة نسبة ريزين الكومارون ذو الوزن الجزيئي المنخفض $M_w=770g/mol$ على حساب المطاط ذو الوزن الجزيئي المرتفع في جملة اللصق، وعند النسبة 25 phr للريزيم والتي حققت أعلى قوة قشر (النسبة المثلى) تكون اللزوجة 1164 C.p وهذه القيمة هي القيمة المناسبة لتطبيق اللاصق باستخدام فرشاة الدهان [1].

3- تم دراسة تأثير محسن الدبقية على الخواص الريولوجية باستخدام جهاز ODR لتحديد العزم الأصغري (minimum torque) والمقصود بها قياس متانة المطاط غير المفلكن وتؤخذ من أخفض نقطة في المنحني البياني عند الدرجة $155^{\circ}C$ وفق ASTM. D 2084 والموضحة في الجدول (5).

جدول (5): قيم العزم الأصغري للمطاط غير المفلكن

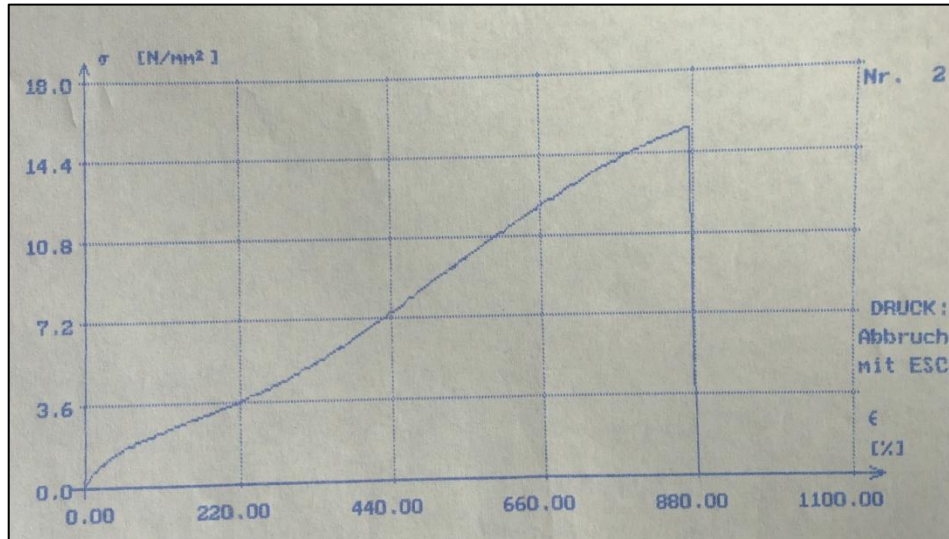
اللاصق	نسبة الريزين phr	*ML(dN.m)
G1	0	4.382
G2	25	3.443
G3	35	2.011
G4	50	3.089

*العزم الأصغري



شكل (8): تأثير نسبة ريزين الكومارون على العزم الأصغري

4- تم تحديد الخواص الميكانيكية لركيزة المطاط NBR باستخدام جهاز الاختبارات العام FRANK الذي يعطي خط البياني لقوة الشد الأعظمية بدلالة الاستطالة شكل (9).



شكل (9): خط البياني لقوة الشد الأعظمية بدلالة الاستطالة

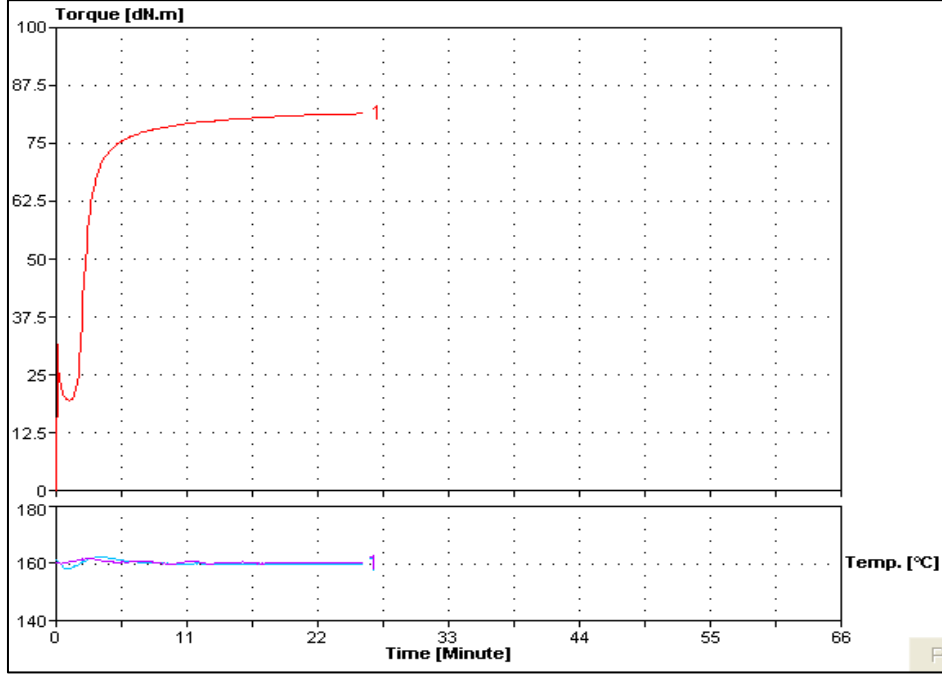
وبناءً عليه أدرجت نتائج القياس في الجدول (6).

جدول (6): الخواص الميكانيكية لركيزة المطاط NBR

الخواص الميكانيكية	القيمة	الواحدة
قوة الشد الأعظمية σ	15.643	Mpa
الاستطالة ϵ	884.203	%
معامل يونغ E	3.16	Mpa

5- تحديد خواص ال ODR لركيزة المطاط NBR

تم إجراء اختبار ODR وفق ASTM. D 2084 شكل (10) وذلك لتحديد زمن الفلكنة والمقصود بالفلكنة هي تقسية المطاط وذلك من خلال تفاعل البوليمير (المطاط) مع عوامل الفلكنة من كبريت وبيروكسيدات وأكاسيد معدنية بالتالي تشكيل شبكة جزيئية متصالبة بين سلاسل البوليمير [24] علماً أنه تم استخدام الأكاسيد المعدنية في دراستنا الحالية .



شكل (10): المنحني البياني لركيزة المطاط لتحديد زمن الفلكنة

حددت خواص ال ODR لركيزة المطاط التي أجريت عليها عملية اللصق بناءً على الشكل (10) وأدرجت نتائج القياس في الجدول (7).

جدول (7): خواص ODR لركيزة المطاط

درجة حرارة الفلكنة	160	°C
زمن الفلكنة	30	min
ضغط التشكيل	30	ton
العزم الأصغري (ML)	19.468	dN.m
العزم الاعظمي (MH)	81.537	dN.m
Scorch Time (زمن الاستراحة) TS	1.504	minute

الاستنتاجات والتوصيات:

الاستنتاجات:

- 1- إن إضافة ريزين الكومارون الى اللاصق المطاطي يعزز من قوة القشر ويخفض للزوجية.
- 2- أفضل قيمة لقوة القشر تم الحصول عليها 4.2N/mm كانت عند نسبة الريزين 25phr.
- 3- نسبة الريزين 25phr حققت أفضل لزوجية مطلوبة لتطبيق اللاصق بأسهل الطرق (الدهن بالفرشاة).

التوصيات:

- 1- إجراء مقارنة بين عملية إضافة الريزين على الخلطة المطاطية أثناء عملية العجن أو إضافة الريزين الى المحلول المطاطي أثناء عملية الخلط.
- 2- إجراء اختبارات تؤكد تحسين الخواص الحرارية للاصق بعد إضافة الريزين والمجال الحراري الذي يمكن تطبيقه.
- 3- إجراء اختبار FTIR للاصق والتأكد من تأثير الكومارون على اللاصق كيميائيا وتحديد الزمر الفعالة.

References:

1. Skeist, I. *Handbook of adhesives*. 3th.ed., Springer Science & Business Media, Whippany, New Jersey, 2012.
2. Wake, W. C. *Synthetic adhesives and sealants*. ed., John Wiley & Son Limited, London (UK), 1987, p. 1-30.
3. MARTÍN-MARTÍNEZ, J. M. Rubber base adhesives. In: *Adhesion science and engineering*. Elsevier science BV, 2002. p. 573-675.
4. ANGGARAVIDYA, Mahendra, et al. Properties of natural rubber/chloroprene rubber blend for rubber fender application: Effects of blend ratio. In: *Macromolecular Symposia*. 2020. p. 1900150.
5. MARTINS, Agnes F., et al. Mechanical and dynamical mechanical properties of chloroprene rubber and cellulose II composites. *Journal of applied polymer science*, 2004, 92.4: 2425-2430.
6. SOLOV'EV, M. E., et al. The effect of thermal oxidation on the adhesion properties of chloroprene rubber. *International Polymer Science and Technology*, 2015, 42.3: 35-38.
7. Kardan, M. Adhesive and cohesive strength in polyisoprene/polychloroprene blends. *Rubber chemistry and technology*, 2001, 74.4: 614-621.
8. Han, C. D. *Rheology and processing of polymeric materials: Volume 1: Polymer Rheology*. Oxford University Press on Demand, 2007.
9. A. A, Shybi, et al. *Solvent-based polychloroprene contact adhesives: effect of tackifier*. *Journal of Adhesion Science and Technology*, 2022, 36.1: 21-34.
10. SHERRIFF, M.; KNIBBS, R. W.; LANGLEY, P. G. *Mechanism for the action of tackifying resins in pressure-sensitive adhesives*. *Journal of applied polymer science*, 1973, 17.11: 3423-3438.
11. Aubrey, D. W. *The nature and action of tackifier resins*. *Rubber chemistry and technology*, 1988, 61.3: 448-469.
12. LI, Jiayi, et al. *Effect of norbornyl modified soybean oil on CB-filled chloroprene rubber*. *Journal of Applied Polymer Science*, 2016, 133.33.
13. <http://file.yizimg.com/175706/2012010818310765.pdf>
14. <http://www.machineto.com/din-17176-25crmo4-13crmo44-10crmo910-12crmo910-10211224>.
15. <http://www.reciplas.pt/11-Adhesives-technology.pdf>
16. Bhowmick, A. K., & Stephens, H. ed., *Handbook of elastomers*. CRC Press, 2000.
17. <https://www.universalgripco.com/astm-d412>.

18. Bhowmick, A. K., & Stephens, H .ed., *Handbook of elastomers*. CRC Press, 2000.
19. BROCKMANN, Walter, et al. *Adhesive bonding: materials, applications and technology*. John Wiley & Sons, 2008.p.131-132.
20. A. A, Shybi, et al. *Solvent-based polychloroprene contact adhesives: effect of tackifier*. Journal of Adhesion Science and Technology, 2022, 36.1: 21-34.
21. DEL PILAR FERRANDIZ-GOMEZ, Teresa, et al. *Effects of hydrocarbon tackifiers on the adhesive properties of contact adhesives based on polychloroprene. II. Nature of the hydrocarbon tackifier*. Journal of adhesion science and technology, 1996, 10.12: 1383-1399.
22. ZHELEVA, D. *Mechanisms of interaction between the components in adhesive compositions based on chloroprene rubber*. J Chem Technol Metall, 2013, 48.5: 535-542.
23. <https://www.intertek.com/polymers/testlopedia/brookfield-method/>
24. Edition, F. *The Science and Technology of Rubber*. 2013.