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 بأساس كلوروبرين

د. حسن وسوف*

د. براءة سيو**

غيث سلامة***

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

□ ملخّص □

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 تبليل 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 وبالتعريف هو لاصق يرتبط مع نفسه بعملية الانتشار (diffusion process) بعد تطبيقه على كلا السطحين المراد لصقهما[3-2] .

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 امعدن [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 المعرفة على أنها مقاومة سطحيّ مادتين للانفصال بعد تطبيق ضغط خفيف على السطحين حتى التماس المباشر[10-9]، ومن أنواع الريزينات المحسنة للدبقية (Tackifiers) القلفونة Rosin ومشتقاتها وريزينات التربين Terpen و ريزينات الفينوليك (Phenolic Resin) وريزينات الهيدروكربون (Coumarone Indene Resin) [12-11].

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 للصق ركيزةمطاط 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. انتاج لاصق جديد واستخدامه في التطبيقات الصناعية.

طرائق البحث ومواده:

1- المواد والأجهزة المستخدمة:

مطاط كلوروبرينCR210 (Poly(2-Clorobutadiene-1,3 من شركة Laxness Baypren 210، لزوجته moony Viscosity 4±43، الكثافة$1.23g\cm^3$، ريزين الكومارون G-90 درجة التليين (Softing point) 90°C، molecular weight=770 g\mol، أكسيد الزنك Zno من شركةRichon ، اكسيد المغنزيومMgo Rhenofit 2150 من Rhein Chemie الألمانية، مضاد أكسدة TMQ(2.2.4-trimethyl-1.2 Dithdroquinoline polymer)، تولوين، ديسمودورLy75 (Aromatic polyisocyanate based on toluene diisocyanate) نسبة الايزوسيانات 13.3±0.4%، IPPDمضاد أكسدة إيزوبروبيلين فينيل دي أمين(N-isopropyl-N'-phenyl-p-phenylenediamine)، مانع التصاق (بخاخ سليكوني)، مزلق(حمض الشمع التجاري)، معدن 25CrMo4، مسرع MBTS((2-2'-Dithiobis(benzothiazole))، كبريت(نقاوة 98%)، مطاط NBR Krynac 3370 F خام من شركة Laxness، كربون أسودISAF-N220 ، كربون أسودSRF- N772 .

خلاط ميكانيكي سرعة 3000 دورة/دقيقة (منشأ ألماني)، عجانه صغيرة (طرازXK-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 Rehometer، 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 بأساس مطاط الكلوروبرين:

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

جدول (1): الخلطات المطاطية المحضرة

رمز الخلطة / المكونات phr*	G-1	G-2	G-3	G-4
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
ديسمودورLy75	80	80	80	80

***parts per hundred rubber**

حيث 2-Clorobutadiene-1,3: CR210 . TMQ:

2.2.4-trimethyl-1.2 Dithdroquinoline polymer.

Coumarone Indene Resin: ريزين الكومارون المستخدم لتحسين اللصق.

ديسمودورLy75 : 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 بوساطة 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 إضافةً 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 و كميات أكبر من أكسيد المغنزيوم، أضيفت بعد ذلك حبيباتTMQ المطحونة لمدة تتراوح ما بين 5-10 min لضمان التجانس بشكل كامل إذ تفيد عملية العجن في تخفيض لزوجة المطاط وتحقيق توزع 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 وأُضيفت 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- 2500دورة/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 fur Normung) رقم المواصفة 17176[14] ، ولضمان جودة الالتصاق يجب تحضير السطوح المُعدّة للصق.

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 الإيتلين لإزالة الشحوم والزيوت عن سطح المعدن الموجودة ضمن مسام المعدن [15].

4–تحضير ركيزة المطاط أساس NBR

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

جدول (2): النسب المستخدمة في تحضير ركيزة مطاط NBR

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

حيث NBR3370 F: مطاط نتريل بوتادیین، IPPD: ایزوبروبلیین فینیل دي أمین، ISAF-N220: Intermediate Super Abrasion Furnace N220، SRF- N772: Semi-Reinforcing Furnace N772، MBTS:(benzothiazole)Dithiobis-2-2'- ، S: كبريت.

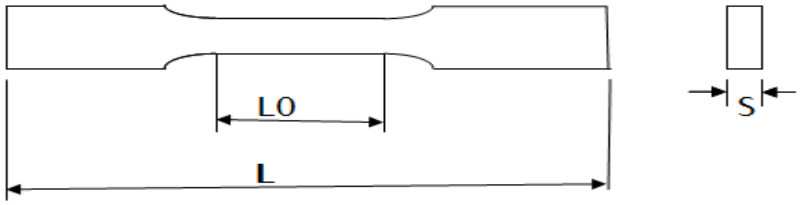
تم وزن المواد الأولية الداخلة في تركيب خلطة المطاط المراد تطبيق اللاصق عليه ثم تم عجن مطاط خام NBR3370 لمدة من 5−10 min بوساطة عجانة صغيرة (طراز XK-150) لتخفيض لزوجة المطاط ثم أُضيف حمض الشمع الى المطاط بالتدريج حتى تمام تجانس خلطة المطاط لمدة من 5−10 min بعد ذلك أُضيفت الكمية الموزونة من مزيج مضاد الأكسدة وأكسيد الزنك (ZnO + IPPD) بنفس الألية السابقة بعد ذلك أُضيف الكربون الأسود-ISAF N220ثم الكربون الأسودSRF- N772 بالتدريج كما السابق ثم أُضيفت الكمية الموزونة من مزيج الكبريت والمسرع (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 عينةODR لقياس الخواص الريولوجية (اختبار جودة المواد المطاطية) وذلك بقص عينة بوساطة أداة قص العينات بأبعاد محددة وفق ASTM. D 2084 [13] قطر (30 mm) وسماكة (2mm13−10).

5−تشكيل ركيزة 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°C 155، 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 °C 155 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 بوساطة جهاز قص العينات الذي يحتوي على أداة القص الموافقة لـ ASTM ، يفضل أن تكون عملية القص خلال شوط واحد للأداة (ضغطة واحدة) 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 الاختبار4mm.

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 اللصق عليه، تم وزن الكمية المطلوبة من محلول اللاصق وتم إضافة الكمية الموافقة لها من الديسمودور وذلك لتحسين المقاومة الحرارية للاصق 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

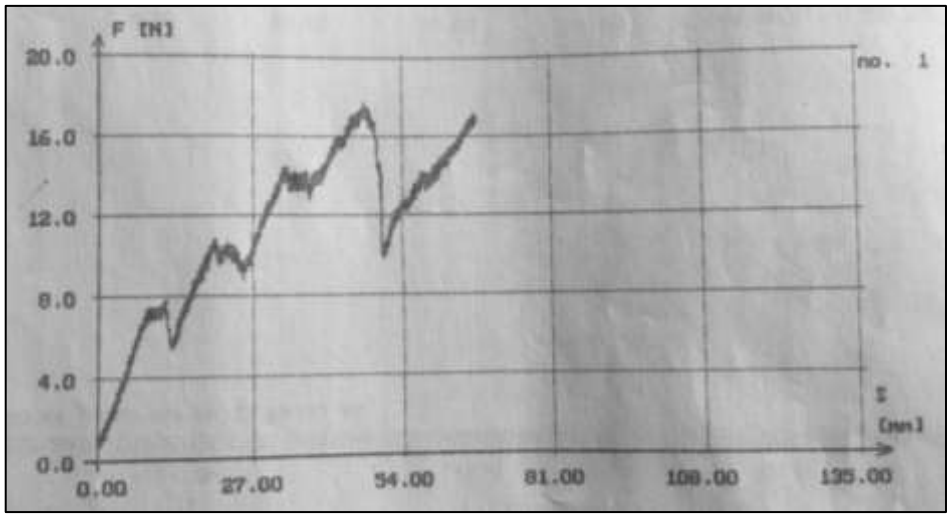
رمز الخلطة	G_1	G_2	G_3	G_4
نسبة الكومارون Phr	0	25	35	**50**
قوة القشرN/mm	2.18	4.2	1.9	**1.65**

تم حساب قوة القشر من العلاقة [19]

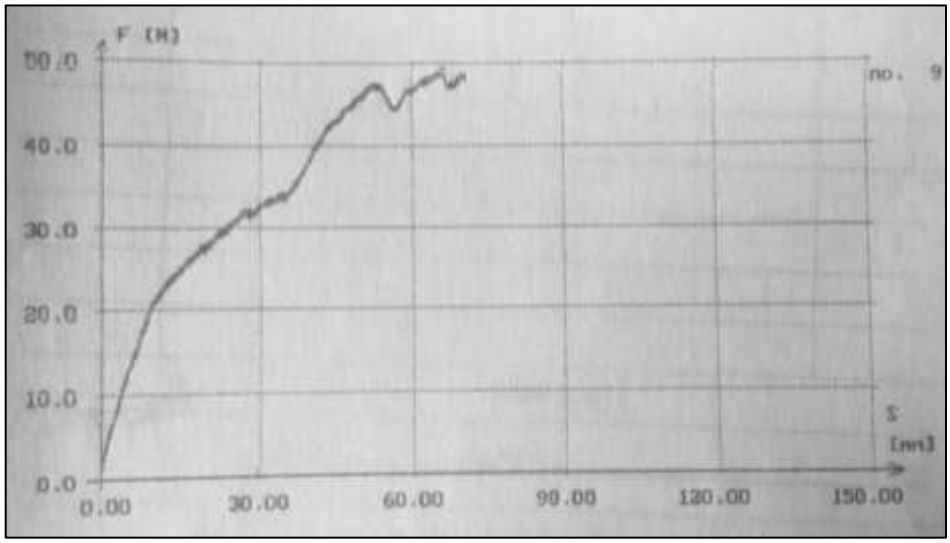
$$P=F/b$$

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

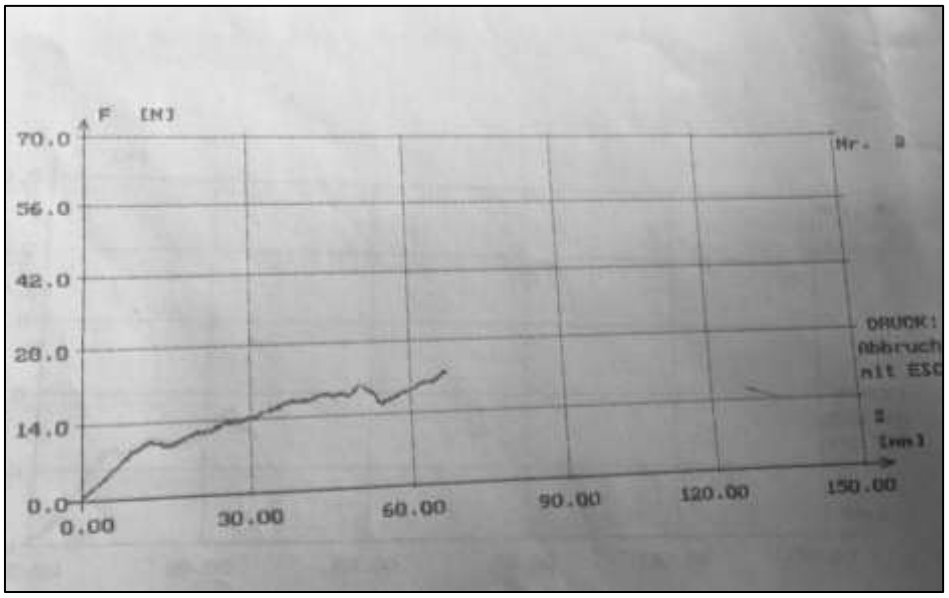
وكانت المخططات البيانية الموافقة لقوة القشر كالآتي:



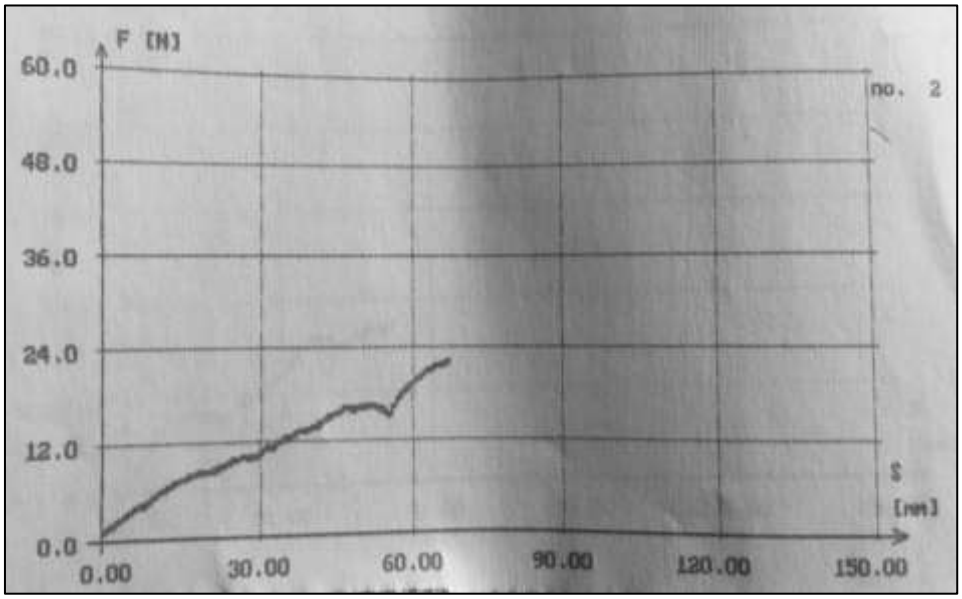
شكل (2): قوة القشر للاصق G_1



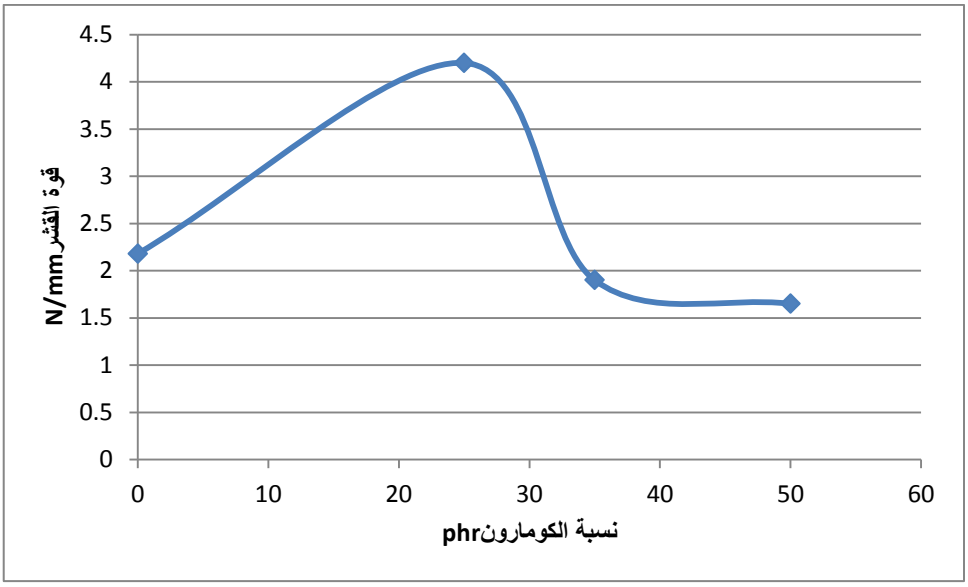
شكل (3): قوة القشر للاصق G_2



شكل (4): قوة القشر للاصق G3



شكل (5): قوة القشر اللاصق 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 قصافة(هشاشة) اللاصق نتيجة زيادة التشابكCrosslink.

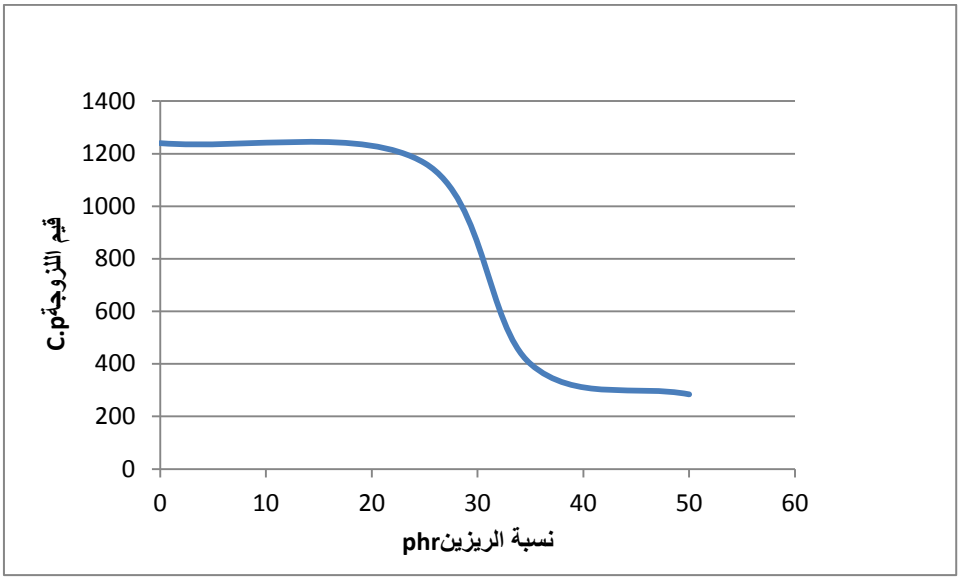
دلت النتائج بالاعتماد على الدراسات المرجعية أن إضافة ريزين الكومارون (Coumarone Indene Resin) حتى النسبة 40 phr الى اللاصق تحقق أفضل توافقية بين الريزين والمطاط وبالتالي أعلى قوة قشر1.7N/mm في ركيزة مطاط من نوع SBR [20-21].

عند استخدام ريزين الفينول فورم ألدهيد (P-tert-butyl phenol resine) وجد أن النسبة المثالية هي 30phr والتي تحقق أعلى قوة قشر10.4N/mmوعند نسبة أعلى من 40 phr تنخفض هذه القوة [22].

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

جدول (4): قيم اللزوجة عند درجة حرارة 25 ºC

رمز الخلطة	G1	G2	G3	G4
نسبة الكومارونPhr	0	25	35	**50**
قيم اللزوجةC.p	1240	1164	400	**284**



شكل (7): تأثير نسبة الكومارون على قيم اللزوجة

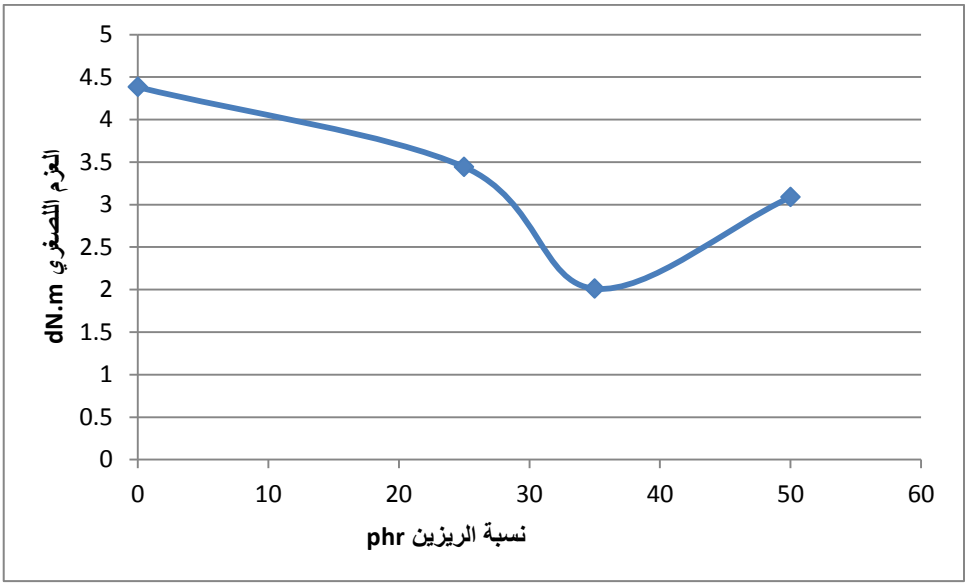
يبين المخطط البياني الشكل (7) أن قيمة اللزوجة تنخفض مع زيادة نسبة الريزين وسبب هذا الانخفاض هو زيادة نسبة ريزين الكومارون ذو الوزن الجزيئي المنخفض Mw=770g\mol على حساب المطاط ذو الوزن الجزيئي المرتفع في جملة اللصق، وعند النسبة 25 phr للريزين والتي حققت أعلى قوة قشر (النسبة المثلى) تكون اللزوجة 1164 C.p 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 155ºC وفق ASTM. D 2084 والموضحة في الجدول (5).

جدول (5): قيم العزم الأصغري للمطاط غير المفلكن

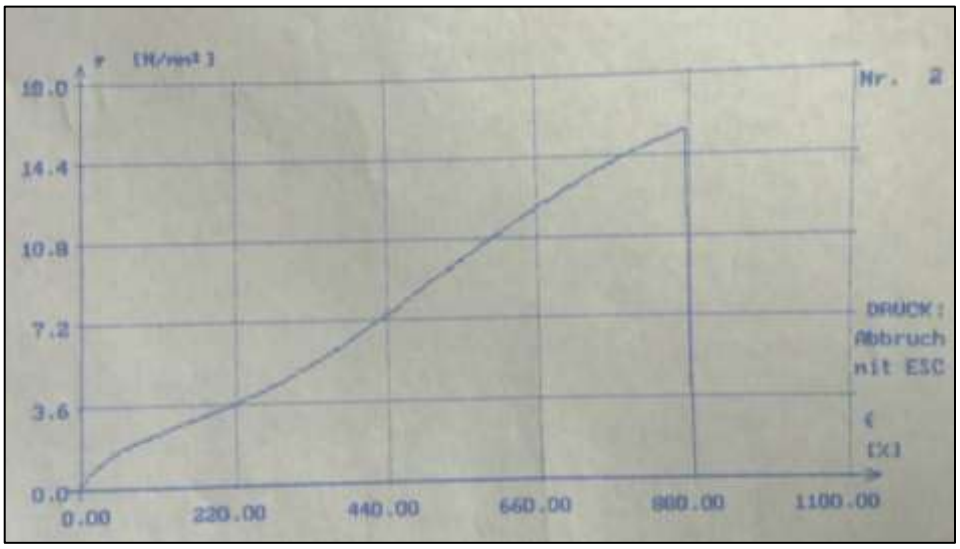
اللاصق	نسبة الريزين phr	*ML(dN.m)
G1	0	**4.382**
G2	25	**3.443**
G3	35	**2.011**
G4	50	**3.089**

*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

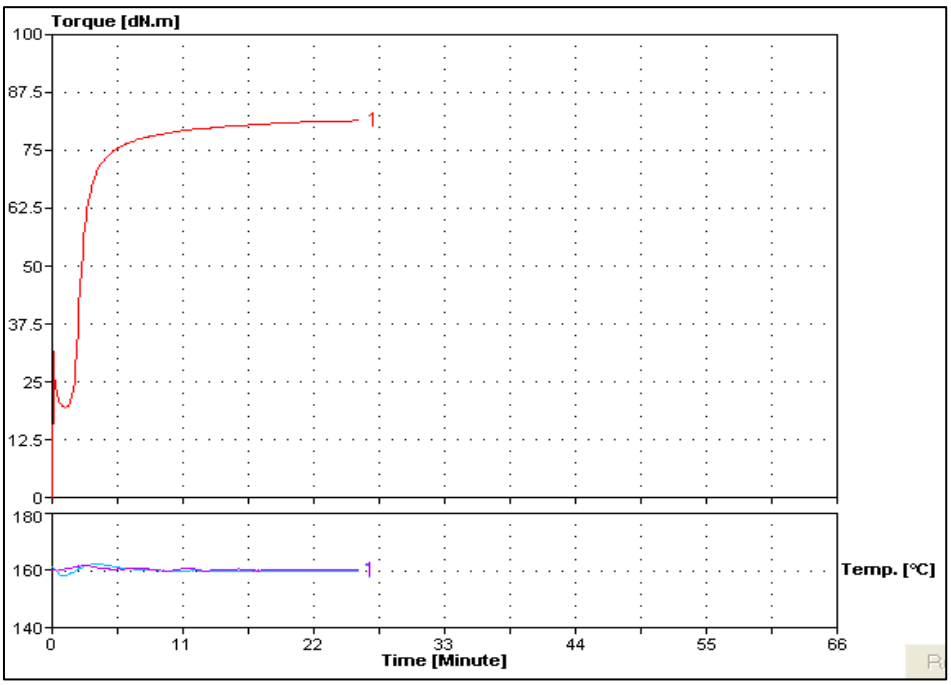
وبناءاً عليه أدرجت نتائج القياس في الجدول (6).

جدول (6): الخواص الميكانيكية لركيزة المطاط NBR

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

5- تحديد خواص الODR لركيزة المطاط NBR

تم إجراء اختبار ODRوفق 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 الـ ODRلركيزة المطاط التي أجريت عليها عملية اللصق بناءاً على الشكل (10) وأدرجت نتائج القياس في الجدول (7).

جدول (7): خواص ODR لركيزة المطاط

درجة حرارة الفلكنة	160	^{0} C
زمن الفلكنة	30	min
ضغط التشكيل	30	ton
ML (العزم الأصغري)	19.468	dN.m
MH (العزم الاعظمي)	81.537	dN.m
TS (زمن الاستراحة)Scorch Time	1.504	minute

الاستنتاجات والتوصيات:

الاستنتاجات:

1- إن إضافة ريزين الكومارون الى اللاصق المطاطي يعزز من قوة القشر ويخفض اللزوجة.

2- أفضل قيمة لقوة القشر تم الحصول عليها 4.2N/mm كانت عند نسبة الريزين25phr.

3- نسبة الريزين 25phr حققت أفضل لزوجة 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 للالصق بعد إضافة الريزين والمجال الحراري الذي يمكن تطبيقه.

3- إجراء اختبار FTIR للالصق 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, Jiaxi, 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.