

Nghiên cứu sử dụng dầu thực vật thay thế hóa dẻo DOP để chế tạo sản phẩm ron cao su sử dụng trong cấp thoát nước

Trần Tấn Đạt^{1,*}, Trần Lê Hải², Mai Thanh Phong²

TÓM TẮT

Hiện nay, sản phẩm cao su đa số sử dụng chất hóa dẻo DOP. Tuy nhiên, chất phthalates có trong cấu trúc của DOP rất độc hại đối với sức khỏe con người như rối loạn hormon giới tính, ung thư vú ở phụ nữ, ... Trong nghiên cứu này, chúng tôi tiến hành khảo sát 2 loại dầu epoxy hóa (ESO) và cardanol (CDN) thay thế hóa dẻo DOP với hàm lượng 20% và 25%. Cao su và phụ gia được cán luyện trên máy cán 2 trục và xác định thời gian lưu hóa cao su tối ưu (T_{90}) bằng máy đo lưu biến ở nhiệt độ 150 °C. Sản phẩm cao su đem đo độ bền kéo, độ bền xé, độ kháng lão hóa do nhiệt, ... Kết quả cho thấy, ESO và CDN có thời gian lưu hóa ngắn hơn so với DOP lần lượt là 4,25 phút và 5,58 phút so với 6,25 phút. Đặc biệt, ESO ở hàm lượng cao hơn thì thời gian lưu hóa càng ngắn chỉ 3,77 phút. Độ bền kéo của 3 loại chất hóa dẻo tương đương nhau ở các hàm lượng là 20%. Tuy nhiên, ESO có độ bền kéo 12,80 N/mm² cao hơn DOP và CDN với hàm lượng là 25%. Với hàm lượng 25%, độ bền xé của DOP là 52,94 N/mm² vượt trội hơn. Trong thử nghiệm khả năng chống mài mòn cũng thu được kết quả tương tự khi so sánh hiệu quả của ba chất hóa dẻo. Với các tính chất cơ lý đạt được, sản phẩm cao su sử dụng hóa dẻo dầu thực có thể đáp ứng được các yêu cầu đặt ra của ron cao su trong lĩnh vực cấp thoát nước.

Từ khóa: Cao su nitrile, ron cao su, cao su chịu va đập, cao su bền nhiệt

¹Bộ môn Vật liệu Polyme, Khoa Công nghệ Vật liệu, Trường Đại học Bách khoa, ĐHQG-HCM

²Bộ môn Quá trình Thiết bị, Khoa Kỹ thuật Hóa học, Trường Đại học Bách khoa, ĐHQG-HCM

Liên hệ

Trần Tấn Đạt, Bộ môn Vật liệu Polyme, Khoa Công nghệ Vật liệu, Trường Đại học Bách khoa, ĐHQG-HCM

Email: trandat@hcmut.edu.vn

Lịch sử

- Ngày nhận: 16-6-2019
- Ngày chấp nhận: 28-6-2019
- Ngày đăng: 10-8-2019

DOI:



Bản quyền

© ĐHQG Tp.HCM. Đây là bài báo công bố mở được phát hành theo các điều khoản của the Creative Commons Attribution 4.0 International license.



GIỚI THIỆU

Hiện nay, các sản phẩm cao su được sử dụng rộng rãi trong cuộc sống bao gồm vòng đệm cao su dân dụng, ron cao su chịu dầu, đế giày chịu dầu bằng công nghệ phù hợp với chất trợ tương hợp là cao su thiên nhiên maleic hoá, dầu hạt điều... Một trong những sản phẩm ron cao su phổ biến nhất là ron cao su cấp thoát nước có nguồn gốc từ cao su thiên nhiên. Tuy nhiên, các sản phẩm cao su chứa DOP chiếm 2-10% khối lượng sản phẩm, nhằm tăng tính hóa dẻo của hỗn hợp cao su để đưa các phụ gia và chất độn vào trong vào trong hỗn hợp cao su dễ dàng hơn. Vì vậy, cao su thành phẩm luôn tồn tại DOP trong sản phẩm và gây độc hại trong suốt quá trình sử dụng đặc biệt là các sản phẩm dân dụng như ron cao su, đồ chơi cho trẻ em bằng cao su Câu hỏi đặt ra: Phthalate là chất gì? Nó độc hại như thế nào?... Như chúng ta được biết, chất phthalates có trong DOP, là một chất có các vòng thơm nên rất độc hại. Các dẫn xuất phthalate được xác định là các xenoestrogen, có tác dụng giống như oestrogen (hormon sinh dục nữ) được đưa từ bên ngoài đưa vào cơ thể. Nó xâm nhập vào cơ thể làm rối loạn hệ thống hormon giới tính và gây ra dậy thì trước tuổi ở cả bé gái lẫn trai, tăng nguy cơ lạc nội mạc tử cung cũng như ung thư vú ở phụ nữ...

Những năm gần đây, dầu thực vật epoxid hóa (EVO) đã thu hút nhiều sự chú ý, đặc biệt là trong lĩnh vực polymer vì chúng đem lại hiệu quả kinh tế, nguồn nguyên liệu có sẵn, thân thiện với môi trường, không độc hại và tái tạo, các phương pháp epoxy hóa có tỷ lệ chuyển đổi epoxy hóa thường vượt quá 90%¹. Dầu đậu nành epoxy (ESO) có thể hoạt động như một nguyên liệu thô để tổng hợp nhiều loại hóa chất bao gồm polyol, glycol, hợp chất cacbonyl, chất bôi trơn, chất làm dẻo cho polymer², được sử dụng làm chất làm dẻo trong NR và là chất làm dẻo trong cao su lưu hóa lạnh, cho thấy sự gia tăng nhiệt độ 8 °C bắt đầu suy thoái và tăng 6 °C tại đó tốc độ xuống cấp cao nhất xảy ra³. Bên cạnh đó, dầu thầu dầu đã được sử dụng làm chất làm dẻo trong cao su thiên nhiên (NR), nitrocellulose, màng polystyrene và cao su chứa acrylonitril hoặc styren⁴. Lima *et al.* thay thế dioctyl phthalate (DOP) bằng dầu thầu dầu mất nước trong cao su acrylonitrile-butadiene⁵.

Trên cơ sở đánh giá những nguy cơ tiềm ẩn mà DOP ảnh hưởng đến sức khỏe con người, cũng như các lợi ích về kinh tế, có sẵn, thân thiện với môi trường, không độc hại và tái tạo, chúng tôi tiến hành nghiên cứu đưa chất hóa dẻo có nguồn gốc từ dầu thực vật tương hợp tốt với cao su, thay thế dầu hóa dẻo DOP trong quá trình hỗn luyện cao su thiên nhiên và các

Trích dẫn bài báo này: Tấn Đạt T, Lê Hải T, Thanh Phong M. Nghiên cứu sử dụng dầu thực vật thay thế hóa dẻo DOP để chế tạo sản phẩm ron cao su sử dụng trong cấp thoát nước. *Sci. Tech. Dev. J. - Eng. Tech.*; 2(2):68-78.

phụ gia với hàm lượng là 20% và 25%. Tiến hành khảo sát các tính chất cơ lý để đánh giá sự phù hợp của chất hóa dẻo đối với dầu thực vật. Tiếp theo, chúng tôi tiến hành thực hiện tạo sản phẩm cao su lưu hóa dạng ron cấp nước ứng dụng trong thực tế.

NGUYÊN LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

Nguyên liệu

Các hóa chất như cao su NBR xuất xứ từ LG Chemical, Hàn Quốc. Các chất hóa dẻo, dầu đậu nành epoxy hóa và cardanol có xuất xứ ở Việt Nam. Chất trợ xúc tiến ZnO, acid stearic, DOP, chất phòng lão TMQ (RD), BHT, chất độn TiO₂, chất xúc tiến CBS, xúc tiến TMTD và lưu huỳnh được đặt mua từ các hãng hóa chất của Malaysia và Trung Quốc.

Phương pháp

Máy cán hai trục: DEPOSES (Pháp), máy ép thủy lực (Việt Nam), thiết bị đo cơ tính (Anh), máy lưu biến kế đĩa nón (Ấn Độ), dụng cụ đo độ cứng shore A (USA). Xác định đường cong lưu hóa cao su, dựa trên tiêu chuẩn ASTM D2084:2001⁶. Phương pháp xác định độ cứng Shore A sản phẩm cao su, dựa theo tiêu chuẩn ASTM D2240:2004⁷. Phương pháp xác định độ bền kéo đứt, dựa theo tiêu chuẩn ASTM D412:2004⁸. Phương pháp xác định độ bền xé của sản phẩm cao su, dựa trên tiêu chuẩn ASTM D624:2004². Phương pháp xác định độ kháng nứt do tác dụng uốn gấp và theo dõi sự phát triển vết nứt mẫu cao su dựa trên tiêu chuẩn ASTM D430:2004⁸. Xác định mức lưu hóa và độ tác động của chất lỏng dựa trên TCVN 2752:2008⁹.

• Xác định thời gian lưu hóa

Dựa trên tiêu chuẩn ASTM D2084:2001, được xác định ở máy lưu biến kế đĩa nón, thực hiện bằng máy lưu biến kế đĩa nón.

Mức độ lưu hóa = 100 : (thời gian lưu hóa - thời gian tiến lưu hóa)

• Phương pháp xác định độ bền kéo

Dựa theo tiêu chuẩn ASTM D412:2004. Thực hiện trên thiết bị đo cường lực vạn năng (Dynamometer). Hình dạng và kích thước mẫu quả tạ được thể hiện trong **Hình 1** và **Bảng 1**.

Ghi nhận các kết quả:

- Lực kéo định dân 100%, 300%: F₁₀₀, F₃₀₀.
 - Lực kéo khi đứt mẫu: F_t
 - Chiều dài khi đứt mẫu: L_t
 - Khoảng cách hai vạch sau khi đứt: L_d
 - Ứng suất định dân 100 %: M₁₀₀ = F₁₀₀ / S
 - Ứng suất định dân 300 %: M₃₀₀ = F₃₀₀ / S
 - Ứng suất kháng đứt: M_t = F_t / S
- Diện tích phần mẫu bị kéo: S = W.e (mm²).

• **Phương pháp xác định độ cứng Shore A:** Theo tiêu chuẩn ASTM D2240:2004, tiến hành bằng dụng cụ đo độ cứng.

• **Phương pháp xác định độ bền xé:** Dùng máy kéo cường lực Testometric model M500-50CT, mẫu phải mắc thẳng đứng và cách đều khoảng cách hai ngàm. Dựa trên tiêu chuẩn ASTM D624:2004. Hình dạng mẫu cánh bướm được cho trong **Hình 2**.

Độ tính độ bền xé = F_x/e (KN/m) với e là bề dày mẫu (mm), F_x là lực kéo xé.

• **Phương pháp đánh giá độ kháng nứt do tác dụng uốn gấp**

Phương pháp xác định độ kháng nứt do tác dụng uốn gấp và theo dõi sự phát triển vết nứt mẫu cao su dựa trên tiêu chuẩn ASTM D430:2004. Mẫu được cắt bởi dao cắt quả trám theo tiêu chuẩn ASTM D813:2004, khuôn tạo mẫu uốn gấp có hình dạng như **Hình 3**.

• **Phương pháp xác định độ mài mòn**

Dựa theo tiêu chuẩn ASTM D1630-16.

$$V = \frac{m_0 - m_{3250}}{d} \text{ (cm}^3\text{/1,61km)}$$

Độ mài mòn:

Trong đó: V là độ mài mòn (cm³/1,61 km); m₀ là khối lượng mẫu trước khi đo (g); m₃₂₅₀ là khối lượng mẫu sau khi mài mòn 3250 vòng quay (g); d là tỷ trọng hoặc trọng lượng riêng (g/cm³).

Thí nghiệm

Căn cứ vào tính năng sử dụng, các yêu cầu kỹ thuật của sản phẩm ron cao su chúng tôi thiết lập đơn pha chế như **Bảng 2**.

Tiến hành khảo sát và so sánh các loại hóa dẻo theo từng đơn pha chế khác nhau như trong **Hình 4**.

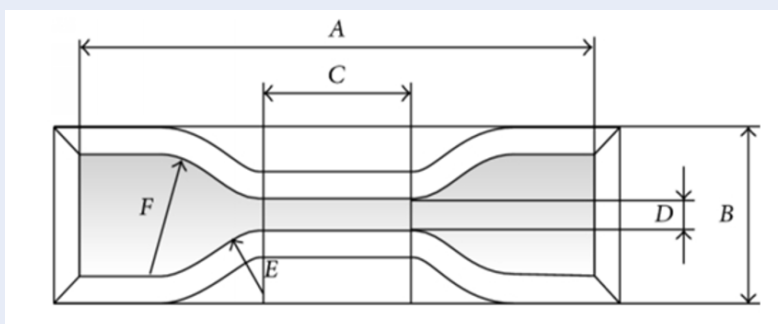
KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Ảnh hưởng của hàm lượng hóa dẻo đến thời gian lưu hóa

Thời gian lưu hóa của cao su được xác định bởi máy Rheometer theo đơn pha chế. **Hình 5** và **Hình 6** cho ta thấy đường cong lưu hóa hàm lượng 20% và 25% hóa dẻo.

Ảnh hưởng của hàm lượng hóa dẻo đến tính chất cơ lý

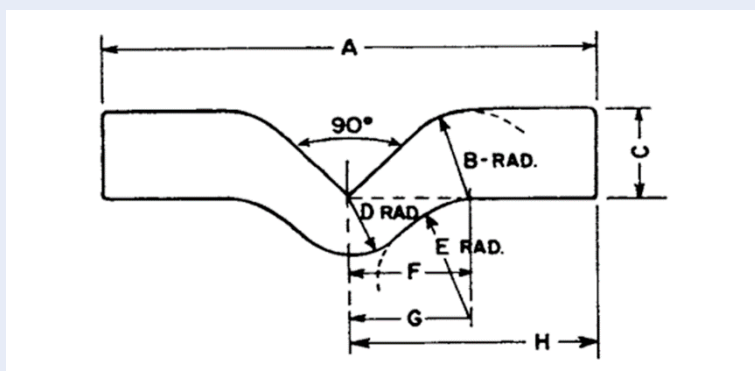
Khảo sát các hàm lượng hóa dẻo khác nhau, ta thấy rằng dầu hóa dẻo 25% cho độ bền kéo, bền xé tốt hơn. Theo **Hình 7** và **Hình 8**, ESO có cơ lý cao nhất là 12,80 N/mm² và 53,15 N/mm². Bên cạnh đó, độ cứng shore A cũng như độ kháng mài mòn dầu hóa dẻo 20% cao hơn do ESO có cấu trúc linh động, do đó trong quá trình mài mòn nhiệt nội năng sinh ra làm cho các



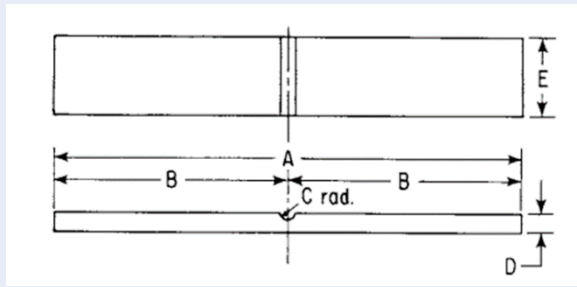
Hình 1: Mẫu đo theo tiêu chuẩn ASTM D412.

Bảng 1: Kích thước mẫu theo tiêu chuẩn

Kích thước	Mẫu loại C (mm)
W: Bề rộng phần hẹp	$6 \pm 0,05/-0,00$
L: Chiều rộng phần hẹp	33 ± 2
WO: Chiều rộng mẫu	25 ± 1
LO: Chiều dài mẫu (min)	115
G: Độ dài đo	$20 \pm 0,08$
T: Bề dày mẫu	$2 \pm 0,2$
D: Khoảng cách giữa ngàm kẹp	65 ± 2
R: Bán kính góc lượn	14 ± 1
RO: Bán kính ngoài	2



Hình 2: Mẫu đo theo tiêu chuẩn ASTM D624.



Hình 3: Mẫu đo theo tiêu chuẩn ASTM D813.

Bảng 2: Đơn pha chế ron cao su

Hóa chất	Thành phần Phr (% theo tỉ lệ)
Cao su NBR 35L	100
ZnO	2
Acid stearic	5
N550	58
Dầu DOP/Dầu ESO/Dầu CDN	20 – 25
Phòng lão 6 PPD	1
Phòng lão TMQ	1
Chất xúc tiến CBS	1,5
Chất xúc tiến TMTD	0,3
Lưu huỳnh	1,2
Tổng thực tế	199 g - 204 g

phân tử chuyển động hỗn loạn, cấu trúc mạch phân tử càng linh động nhiệt nội năng sinh ra càng lớn quá trình mài mòn càng nhanh được thể hiện như hình 9. Ngoài ra, Hình 10 và Hình 11 thể hiện khả năng kháng uốn gấp của CDN và ESO tốt hơn rất nhiều so với DOP với vận tốc phát triển vết nứt lần lượt là 0,25 và 0,35 so với 0,75 (mm/chu kỳ). Những kết quả thu được thể hiện trong Bảng 3.

Ảnh hưởng của hàm lượng độn đến các tính chất cơ lý của sản phẩm

Với các hàm lượng hóa dẻo khác nhau, Hình 12 và Hình 13 cho thấy rằng hỗn hợp cao su sử dụng 40% độn có độ bền kéo tốt hơn. Trong đó, ESO có cơ lý cao hơn DOP là 21 N/mm² so với 20 N/mm². Tuy nhiên, độ bền xé DOP tốt hơn ESO và CDN. Bên cạnh đó, Hình 14, Hình 15 thể hiện độ cứng shore A cũng như độ kháng mài mòn 50% độn cao hơn, DOP đạt 71 shore A. Độ kháng mài mòn khi dùng 30% độn cho kết quả cao nhất vì hàm lượng độn càng cao thì khả năng bị mài mòn càng cao. Nhìn Hình 16, ta có

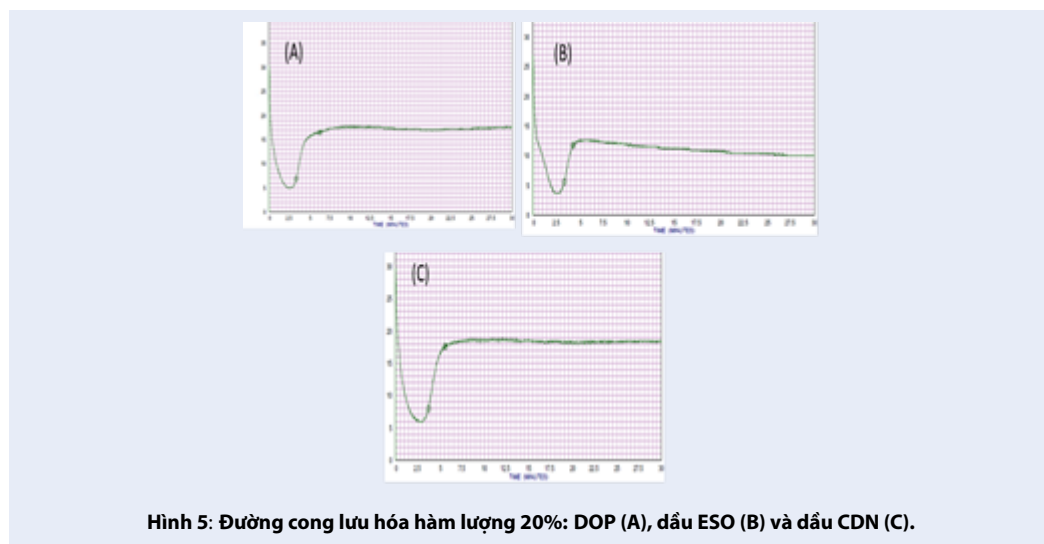
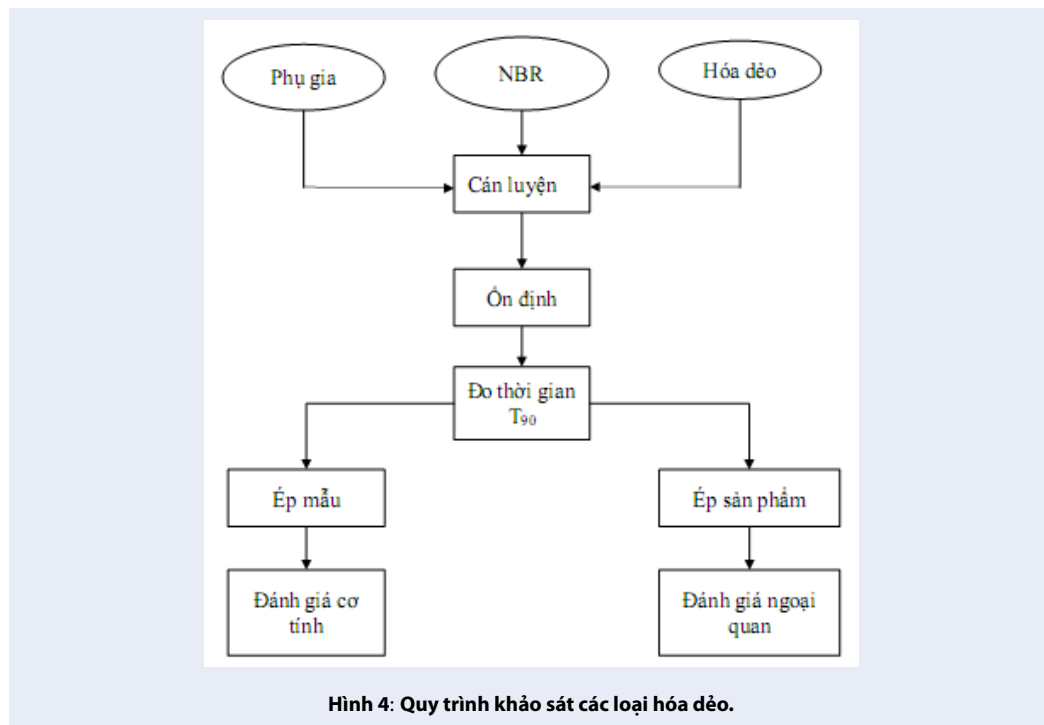
thể thấy khả năng kháng uốn gấp đến từ CDN và ESO tốt hơn rất nhiều so với DOP vì mạch phân tử linh động của các hóa dẻo này trong quá trình nối mạng đã tham gia tạo liên kết chặt chẽ dẫn đến quá trình phát triển vết nứt bị làm giảm đi. Đối với đơn pha chế hàm lượng độn càng nhiều thì khả năng hóa dẻo của ba loại hóa dẻo đều giảm dẫn đến tốc độ phát triển vết nứt của cao su phát triển nhanh hơn. Những kết quả thu được thể hiện trong Bảng 4.

Kết quả ngoại quan sản phẩm

Sản phẩm ron cao su được gia công trong khuôn thép có bề mặt quan láng đẹp, không bị khuyết tật sản phẩm, sản phẩm điền đầy khuôn và đúng theo kích thước thiết kế. Hình 17 trình bày sản phẩm thực tế của ron cao su sau khi hoàn thiện.

KẾT LUẬN

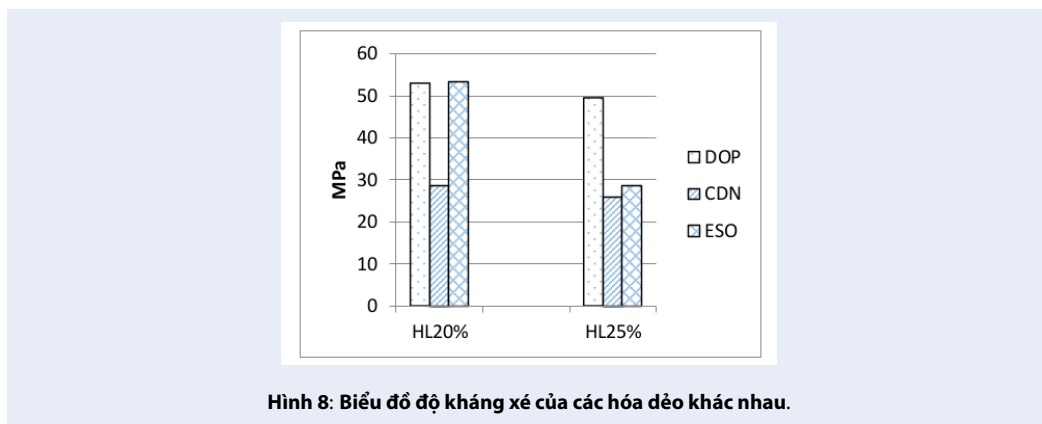
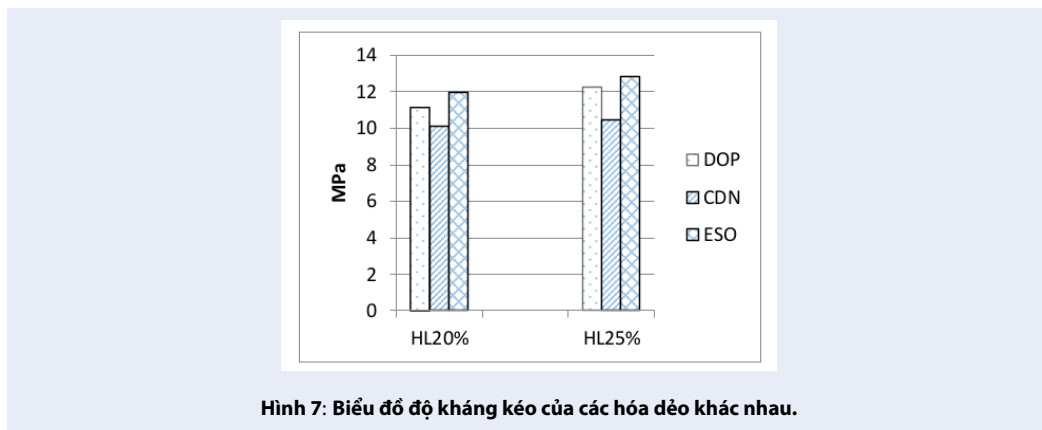
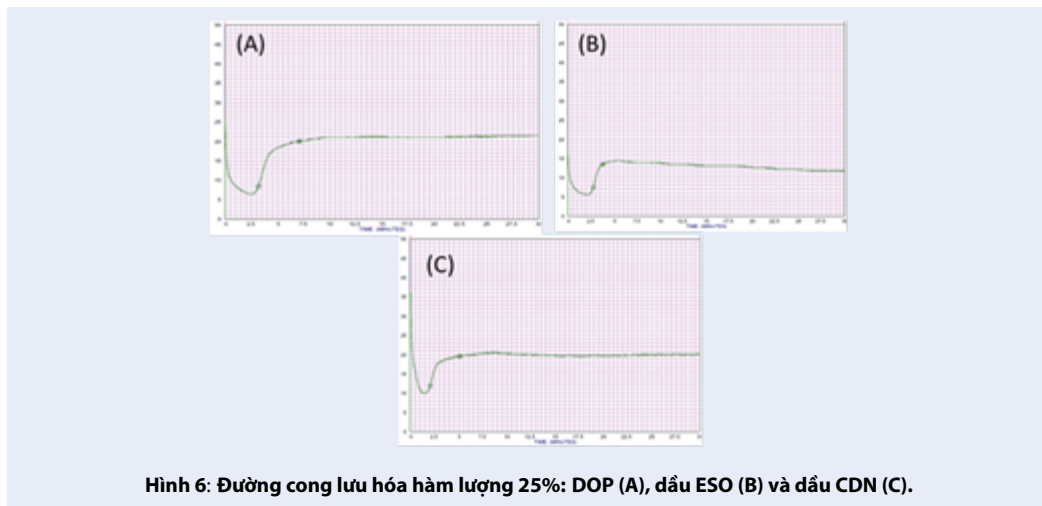
Nghiên cứu cho thấy các tính chất cơ lý của việc sử dụng dầu thực vật ESO và CDN đều thỏa yêu cầu kỹ thuật ron cao su sử dụng trong cấp thoát nước với

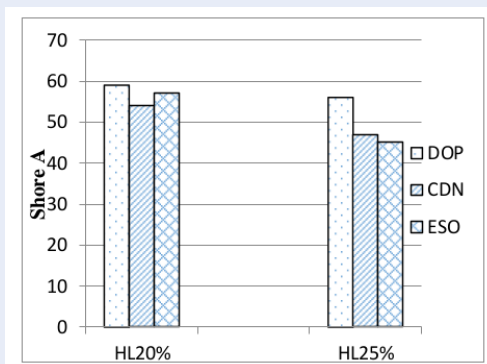


các hàm lượng khác nhau. Trong đó, ESO với 25% cho thấy kết quả tốt nhất với độ bền kéo đứt là 12,80 N/mm², cũng như có thời gian lưu hóa ngắn nhất là 3,77 phút.

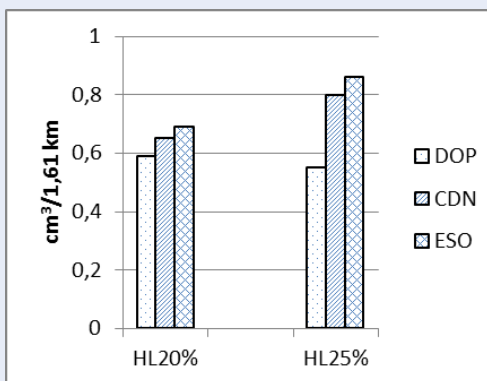
Dầu ESO cho khả năng chịu kéo tốt nhất với hàm lượng độn 40% cho độ bền kéo tốt nhất, hàm lượng độn 30% và 50% thì dầu ESO, CDN có độ bền xé và khả năng kháng mài mòn tốt tương đương DOP. Đặc biệt, ESO, CDN cho khả năng kháng uốn gấp cao hơn DOP.

Với kết quả đạt được, ESO, CDN hoàn toàn có khả năng thay thế DOP trong công nghệ sản xuất ron cao su, sản phẩm ron cao su tạo ra đạt được các tính chất cơ bản đảm bảo theo tiêu chuẩn kỹ thuật. Ngoài ra, việc sử dụng dầu ESO, CDN cho kết quả sản phẩm không độc hại, có nguồn năng lượng tái tạo, không chứa DOP đảm bảo về tiêu chí an toàn cho người sử dụng và môi trường.

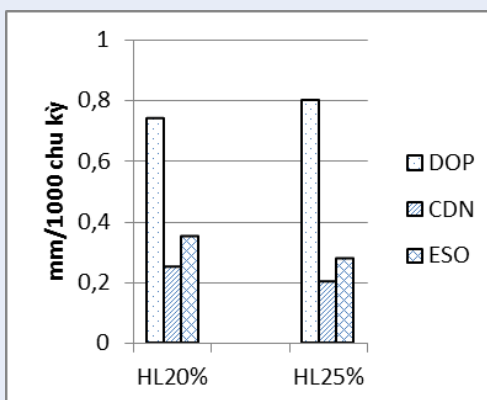




Hình 9: Biểu đồ độ cứng shore A của các hóa dẻo khác nhau.



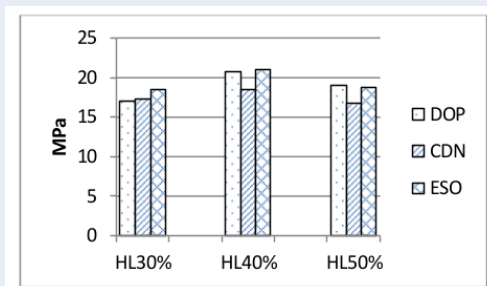
Hình 10: Biểu đồ độ kháng mài mòn của các hóa dẻo khác nhau.



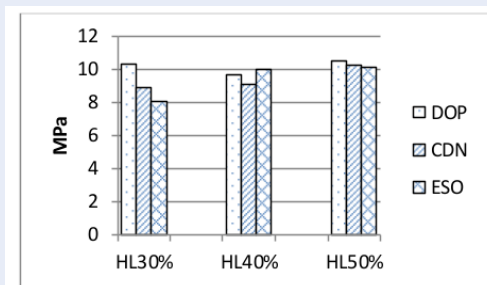
Hình 11: Biểu đồ tốc độ kháng uốn gấp của các hóa dẻo khác nhau.

Bảng 3: Tính chất cơ lý các loại hóa dẻo khác nhau

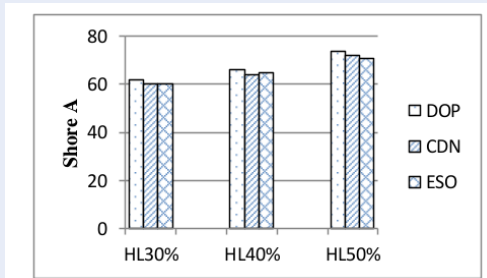
Chỉ tiêu	Phương pháp thử	Đơn ESO		Đơn CDN		Đơn DOP		Đơn vị
Độ bền kéo	ASTM D412:2004	20%	25%	20%	25%	20%	25%	MPa
Độ bền xé	ASTM D412:2004	53,15	28,54	28,46	25,80	52,94	49,44	MPa
Độ cứng	ASTM D412:2004	57	45	54	47	59	56	Shore A
Độ mài mòn	ASTM D5363:2006	0,69	0,86	0,65	0,80	0,59	0,55	cm ³ /1,61 km
Độ kháng uốn gấp	ASTM D430:2004	0,35	0,28	0,25	0,20	0,74	0,80	
Khối lượng riêng	ASTM D297:2004	1,16	1,14	1,15	1,12	1,21	1,17	g/cm ³
Thời gian tối ưu T ₉₀	ASTM D2084:2001	4,25	7,08	5,58	5,12	6,25	3,77	Phút



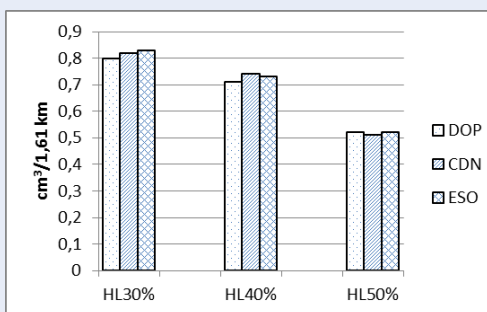
Hình 12: Biểu đồ độ kháng kéo của các loại dẻo khác nhau.



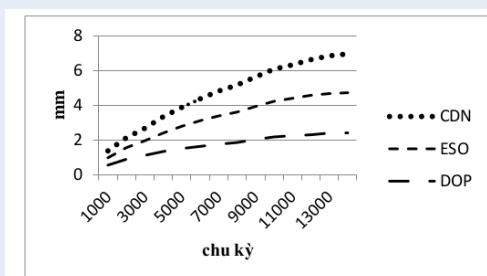
Hình 13: Biểu đồ độ kháng xé của các loại dẻo khác nhau.



Hình 14: Biểu đồ độ cứng shore A của các loại độn khác nhau.



Hình 15: Biểu đồ độ kháng mài mòn của các loại độn khác nhau.



Hình 16: Biểu đồ tốc độ phát triển vết nứt của 40% hàm lượng độn.



Hình 17: Sản phẩm ron cao su dùng các loại hóa dẻo ESO (A), CDN (B) và DOP (C).

Bảng 4: Tính chất cơ lý của các đơn pha chế với hàm lượng độn khác nhau

Chỉ tiêu		Độ bền kéo	Độ bền xé	Độ mài mòn	Độ cứng
Phương pháp thử		ASTM D412:2004	ASTM D412:2004	ASTM D5363:2006	ASTM D412:2004
Đơn ESO	30%	18,44	8,07	0,83	60
	40%	21	9,97	0,73	65
	50%	18,71	10,10	0,52	71
Đơn CDN	30%	17,27	8,92	0,82	60
	40%	18,53	9,07	0,74	64
	50%	16,73	10,25	0,51	72
Đơn DOP	30%	17,07	10,35	0,80	62
	40%	20,73	9,68	0,71	66
	50%	18,97	10,52	0,52	74
Đơn vị		MPa	MPa	cm ³ /1.61 km	Shore A

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường Đại học Bách khoa, Đại học Quốc gia TP. Hồ Chí Minh trong khuôn khổ đề tài mã số T-CNVL-2018-12. Các tác giả xin trân trọng cảm ơn.

DANH MỤC TỪ VIẾT TẮT

CDN : Cardanol
DOP : Dioctyl phthalate
ESO : Dầu đậu nành epoxy hóa
NR : Cao su thiên nhiên.
EVO : Dầu thực vật epoxid hóa
NBR : Cao su nitrile
TMTD : Tetramethyl thiuram disulphide
PPD : Para-phenylene Diamines
N550 : Cacbon black
TMQ (RD) : 2,2,4-trimethyl-1,2-hydroquinolin
PVC : Polyvinylchlorua
V : Độ mài mòn
m₀ : Khối lượng mẫu trước khi đo
m₃₂₅₀ : Khối lượng mẫu sau 3250 vòng quay
P_a : Khối lượng mẫu trong không khí
P_e : Khối lượng mẫu trong nước
D : Tỷ trọng
T_g : Nhiệt độ chuyển hóa thủy tinh
HL : Hàm lượng
BHT : 2,6-Bis(1,1-dimethylethyl)-4-methylphenol
CBS : N-Cyclohexyl-2-Benzothiazolesulfenamide
ASTM : American Society for Testing and Materials

XUNG ĐỘT LỢI ÍCH

Nhóm tác giả xin cam đoan rằng không có bất kỳ xung đột lợi ích nào trong công bố bài báo.

ĐÓNG GÓP CỦA TÁC GIẢ

Trần Tấn Đạt đóng góp chính của bài báo. Mai Thanh Phong tham gia đưa ra ý tưởng và chỉnh sửa nội dung khoa học bài báo. Trần Lê Hải đã đóng góp về phân tích và kiểm tra dữ liệu.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Tan SG, Chow WS. Biobased Epoxidized Vegetable Oils and Its Greener Epoxy Blends: A Review. *Polymer-Plastics Technology and Engineering*. 2010;49(15):1581–90.
2. Saurabh T, Patnaik M, Bhagt S, Renge V. Epoxidation of vegetable oils: a review. *Int J Adv Eng Technol*. 2011;2(4):491–501.
3. Raju P, Nandan V, Kutty KN. S. A Study on the Use of Castor Oil as Plasticizer in Natural Rubber Compounds. *Progress in Rubber, Plastics and Recycling Technology*. 2007;23:169–80.
4. Fernandez SS, Kunchandy S, Ghosh S. Linseed Oil Plasticizer Based Natural Rubber/Expandable Graphite Vulcanizates: Synthesis and Characterizations. *Journal of Polymers and the Environment*. 2015;23(4):526–33.
5. Nandan V, Joseph R, George KE. Rubber seed oil: A multipurpose additive in NR and SBR compounds. *Journal of Applied Polymer Science*. 1999;72(4):487–92.
6. Phan Thanh Binh. Hóa học và hóa lí polymer: Nhà xuất bản Đại học Quốc gia TP Hồ Chí Minh; 2012.
7. Robert C. Klingender, *Handbook of Specialty Elastomers*. CRC Press; 2009. p. 389–399.
8. Saremi K, Tabarsab T, Shakeric A, Babanalbandi A. Epoxidation of Soybean Oil. *Annals of Biological Research*. 2012;3(9):4254–8.
9. Alexander M, Abraham BT, Thachil ET. Plasticisation of carbon black filled acrylonitrile-butadiene rubber using cardanol. *Journal of Rubber Research*. 2008;11:209–22.

Research to use vegetable oil to replace DOP to produce rubber products applied in water supply and drainage industry

Tran Tan Dat^{1,*}, Tran Le Hai², Mai Thanh Phong²

ABSTRACT

Nowadays di-2-ethylhexyl phthalate (DOP) plasticizer is commonly used for compounding in products made from rubber. However, there is an increasing concern about negative health effects (eg, adversed sex hormone or breast cancer) upon exposure of phthalate plasticizers including DOP to human. In this research, epoxidized soybean oil (ESO) and cardanol (CDN) were evaluated as alternatives to traditional DOP at two different contents (20% and 25%). Rubber compounds were prepared on a two-roll mill and determined for optimum curing time (T_{90}) by moving die rheometer at 150 °C. Tensile strength, tear strength, and thermal stability of rubber compounds were also measured. The results showed that rubber compounds formulated with ESO and CDN had shorter curing times of 4.25 and 5.58 minutes respectively than the compound with DOP (6.25 minutes). Especially, the curing time is further reduced for the compound with ESO at a higher content. The value of tensile strength is similar for all three compounds with 20% plasticizer content. The rubber compound with 25% ESO content has a tensile strength of 12.8 N/mm² which is much higher than ones with DOP and CDN at the same content. Yet, compound with DOP showed a greater tear strength value of 52.94 N/mm² while the tear strength is only improved for compound with ESO upon reducing content. A similar result is also obtained when comparing the effect of three plasticizers in abrasion resistance test. Based on the acquired mechanical properties, we can conclude that ESO can be a good candidate to replace traditional phthalate in rubber products; especially it can fulfill requirements of rubber o-rings in drainage pipe system.

Key words: impact resistant rubber, nitrile rubber, rubber seal, thermal rubber

¹Faculty of Materials Technology, Ho Chi Minh City University of Technology, VNU-HCM

²Faculty of Chemical Engineering, Ho Chi Minh City University of Technology, VNU-HCM

Correspondence

Tran Tan Dat, Faculty of Materials Technology, Ho Chi Minh City University of Technology, VNU-HCM

Email: trandat@hcmut.edu.vn

History

- Received: 16-6-2019
- Accepted: 28-6-2019
- Published: 10-8-2019

DOI :



Copyright

© VNU-HCM Press. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International license.



Cite this article : Dat T T, Hai T L, Phong M T. **Research to use vegetable oil to replace DOP to produce rubber products applied in water supply and drainage industry.** *Sci. Tech. Dev. J. – Engineering and Technology*; 2(2):68-78.