

MỘT SỐ KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU ĐỘ BỀN VẬT LIỆU POLYMER PHỦ DUNG DỊCH NANOPROTECH BẰNG PHƯƠNG PHÁP THỬ NGHIỆM GIA TỐC

SOME RESULTS OF STUDYING ON DURABILITY OF POLYMER
MATERIALS COATED WITH NANOPROTECH BY ACCELERATED TESTING
METHOD

ĐỖ ĐÌNH TRUNG^{1*}, NGUYỄN NGỌC TUỆ², NGUYỄN MINH VIỆT³,
TẠ THU TRANG¹, ĐÀO KIÊN CƯỜNG¹, HÀ MINH NGỌC¹,
NGUYỄN THỊ HỒNG NGỌC¹, NGUYỄN HỮU TOÀN³

¹Viện Độ bền Nhiệt đới, Trung tâm Nhiệt đới Việt - Nga

²Viện Kỹ thuật Hóa học, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội

³Khoa Công nghệ Hóa học, Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội

*Email liên hệ: trungdodinh@mail.ru

Tóm tắt

Trong kết cấu tổng thành của tàu, thuyền hàng hải, các chi tiết được chế tạo chủ yếu từ vật liệu kim loại và hợp kim, ngoài ra còn các chi tiết gioăng đệm, các chi tiết nhỏ phụ trợ, ... được chế tạo từ cao su, nhựa, composite chiếm một phần không nhỏ. Liên bang Nga đã chế tạo dung dịch nanoprotech super insulation để sử dụng bảo vệ hiệu quả các chi tiết kim loại, bảng mạch điện tử khỏi tác động của môi trường ẩm, muối, ... Bài báo trình bày một số kết quả nghiên cứu sự thay đổi độ bền của vật liệu cao su, nhựa, ... được phủ lớp dung dịch nanoprotech super insulation. Các mẫu vật liệu được thử nghiệm gia tốc theo tiêu chuẩn TCVN 7699-2-2:2011 và TCVN 7699-2-30:2007. Kết quả nghiên cứu cho thấy, độ bền kéo đứt của vật liệu giảm 11,2 % đến 36,1 %, độ giãn dài khi đứt giảm 12,0 % đến 46,1 %.

Từ khóa: Độ bền vật liệu, nanoprotech super insulation, PE, PVC, cao su SBR, cao su NBR.

Abstract

In the overall structure of marine ships and boats, the details are mainly made of metals and alloy, in addition, there are many details made from rubber, plastic, composite such as gaskets, circuit board base, etc... In the Russian Federation, nanoprotech super insulation solution has been made with the aim of effectively protecting metal parts, electronic circuit boards from the impact of moisture, salt, etc. This paper presents some results of the study on the change in the tensile strength and the strain at break of rubber, plastic, etc. coated by nanoprotech super insulation

solution. The samples were acceleration tested according to TCVN 7699-2-2:2011 and TCVN 7699-2-30:2007. The research results show that the tensile strength of the material decreases 11.2 % - 36.1 %, the strain at break decreases 12.0 % - 46.1 %.

Keywords: Durability of material, nanoprotech super insulation, PE, PVC, rubber SBR, rubber NBR.

1. Mở đầu

Vật liệu polymer được ứng dụng rộng rãi trong đời sống, trong kỹ thuật và công nghệ. Chúng không những trở thành các vật liệu không thể thay thế được mà trong một số lĩnh vực, polymer đã dần thay thế kim loại và hợp kim một cách có hiệu quả. Tuy nhiên, polymer đã thể hiện một số nhược điểm về cấu tạo và bản chất hóa học; trên mạch phân tử chính chứa các liên kết -CH- liên kết với một số nguyên tố (N- trong cấu trúc của cao su NBR, S- trong cấu trúc của cao su SBR, Cl- trong cấu trúc của nhựa PVC, O- trong cấu trúc của nhựa polyester, ...) gây nên sự mất ổn định cấu trúc hóa học. Do đó vấn đề nghiên cứu sự suy giảm và ổn định polymer ngày càng được quan tâm. Các yếu tố tác động bao gồm: bức xạ tia UV, nhiệt độ, độ ẩm, vi sinh vật, ... làm thay đổi cấu trúc hóa học phân tử và một số thành phần khác trong vật liệu, gây ra sự suy giảm các tính chất cơ lý của polymer sau một thời gian sử dụng [1, 2]. Phương pháp phổ biến là tạo ra lớp phủ để ngăn chặn và chống xâm nhập của nước, ẩm, hóa chất, ... gây phá hủy nhằm bảo quản các vật liệu, thiết bị, cụm chi tiết khỏi tác động của môi trường làm việc [3, 4].

Trên thị trường, một số sản phẩm dung dịch đáp ứng yêu cầu bọc phủ bề mặt các chi tiết kim loại hay các bản mạch điện tử như Gamma nano (Canada),

nanoprotech (Nga),... được sử dụng hiệu quả trong công tác bảo quản, bảo dưỡng định kỳ. Tuy nhiên, thực tế đặt ra là cần bảo quản cho cả hệ thống tổng thành, trong đó bao gồm nhiều loại vật liệu khác nhau (đá kim loại, hợp kim, cao su và nhựa). Việc đánh giá ảnh hưởng của lớp phủ dung dịch nanoprotech super insulation đối với một số kim loại đã được nghiên cứu đánh giá, còn việc đánh giá ảnh hưởng đối với vật liệu cao su, nhựa chưa được quan tâm giải quyết [5, 6]. Bài báo nghiên cứu đánh giá sự thay đổi cơ tính (độ bền kéo đứt và độ giãn dài khi đứt) của vật liệu cao su, nhựa PVC và PE khi được phủ dung dịch nanoprotech super insulation.

2. Đối tượng và phương pháp nghiên cứu

2.1. Vật liệu nghiên cứu

Tấm nhựa PVC-O chứa bột độn màu xanh ôliu (Việt Nam), tấm nhựa PVC-0.7 trong suốt (Việt Nam), tấm nhựa PE-636 trong suốt (Việt Nam), tấm cao su NBR (Việt Nam), tấm cao su SBR (Việt Nam).

Dung dịch nanoprotech super insulation (viết tắt là NSI) (LB Nga), acetone 99,5 % (Trung Quốc), ethanol 99,7 % (Trung Quốc).

2.2. Chuẩn bị mẫu

Các tấm vật liệu PVC, PE, cao su SBR và cao su NBR được cắt theo kích thước mẫu thử kiểu 5 trong tiêu chuẩn TCVN 4501-3:2009 [7].

Làm sạch bề mặt mẫu sau khi cắt bằng acetone 99,5 % (đối với vật liệu PVC và PE) và bằng ethanol 99,7 % (với tấm cao su SBR và NBR).

Phủ dung dịch nanoprotech super insulation lên bề mặt các tấm mẫu, với độ dày lớp phủ 15 - 20 (μm), ổn định lớp phủ ở nhiệt độ phòng đến 24 giờ. Sau đó tiến hành các thử nghiệm gia tốc đối với các mẫu này.

2.3. Phương pháp nghiên cứu

2.3.1. Thử nghiệm Db: Nóng ẩm, chu kỳ (chu kỳ 12h + 12h)

Thực hiện theo TCVN 7699-2-230:2007: Thử nghiệm ở mức khắc nghiệt, với nhiệt độ giới hạn trên: 55°C, số chu kỳ: 1, 2 và 6 chu kỳ (24 giờ/chu kỳ) [8].

2.3.2. Thử nghiệm B: Nóng khô

Thực hiện theo TCVN 7699-2-2:2011: Thử nghiệm ở mức khắc nghiệt, với nhiệt độ lựa chọn: 55 °C, thời gian thử nghiệm: 2h, 16h, 72h, 96h,... [9].

Đánh giá độ bền của tấm vật liệu (PVC, PE, SBR và NBR) bao gồm độ bền kéo đứt và độ giãn dài khi đứt được thực hiện trên máy kéo đa năng Zwick Z010 (CHLB Đức) theo tiêu chuẩn TCVN 4501-1:2014 (ISO 527-1:2012), với tốc độ kéo 50 (mm/phút) tại nhiệt độ phòng [10].

3. Kết quả và thảo luận

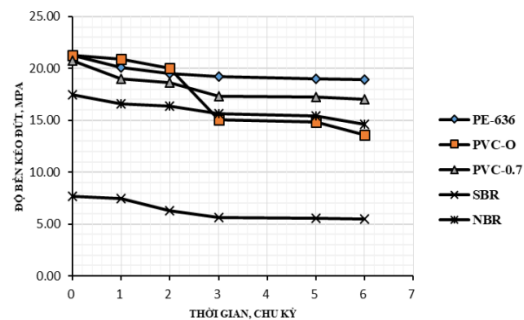
3.1. Độ bền vật liệu với thử nghiệm nóng ẩm

Yếu tố nhiệt độ, độ ẩm tác động mạnh đến độ bền của vật liệu cao su và polymer, do nhiệt độ thúc đẩy quá trình tự phân hủy của vật liệu. Việc sử dụng phương pháp gia tốc nhiệt ẩm là biện pháp hữu hiệu để đánh giá độ bền đối với vật liệu cao su và polymer.

Trong nghiên cứu, các mẫu được thử nghiệm theo TCVN 7699-2-30:2007. Các mẫu vật liệu được đánh giá mức độ biến đổi độ bền kéo đứt và độ giãn dài khi đứt tại các thời điểm là: 1, 2, 3, 5 và 6 chu kỳ.

Giá trị độ bền kéo đứt và độ giãn dài khi đứt của các mẫu vật liệu phủ NSI và mẫu đối chứng không phủ NSI sau 6 chu kỳ thử nghiệm nóng ẩm được tổng hợp trong Bảng 1.

Sự thay đổi độ bền kéo đứt và độ giãn dài khi đứt tại các thời điểm 1, 2, 3, 5 và 6 chu kỳ được minh họa trên Hình 1 và Hình 2.



Hình 1. Sự thay đổi độ bền kéo đứt theo thời gian

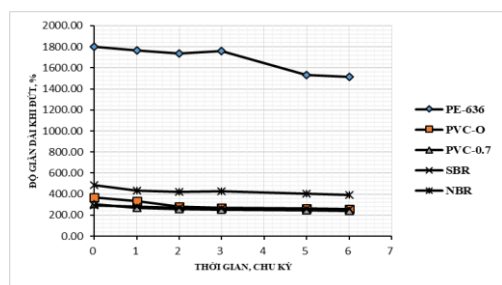
Bảng 1. Độ bền kéo đứt và độ giãn dài khi đứt các mẫu thử nghiệm nóng ẩm

Mẫu vật liệu	Độ bền kéo đứt σ_m , MPa			Độ giãn dài khi đứt ϵ_b , %		
	Trước thử nghiệm	6 chu kỳ		Trước thử nghiệm	6 chu kỳ	
		Không phủ NSI	Phủ NSI		Không phủ NSI	Phủ NSI
PE-636	21,30	18,95	18,90	1800,00	1502,19	1515,11
PVC-O	21,29	13,03	13,60	371,13	263,01	260,03
PVC-0.7	20,76	17,15	17,02	303,08	241,24	240,96
SBR	7,71	5,52	5,47	290,00	255,69	255,07
NBR	17,47	14,44	14,61	484,59	392,95	390,18

Bảng 2. Độ bền kéo đứt và độ giãn dài khi đứt các mẫu thử nghiệm nóng khô

Mẫu vật liệu	Độ bền kéo đứt σ_m , MPa			Độ giãn dài khi đứt ϵ_b , %		
	Trước thử nghiệm	Thử nghiệm 72h		Trước thử nghiệm	Thử nghiệm 72h	
		Không phủ NSI	Phủ NSI		Không phủ NSI	Phủ NSI
PE-636	21,30	13,63	13,92	1800,00	1293,03	1308,75
PVC-O	21,29	13,93	14,14	371,13	193,88	200,07
PVC-0.7	20,76	16,19	16,73	303,08	211,10	216,53
SBR	7,71	5,50	5,56	290,00	240,16	243,86
NBR	17,47	15,33	15,38	484,59	359,79	360,54

Kết quả trên Hình 1 cho thấy, trong chu kỳ đầu, các mẫu vật liệu PE-636, PVC-0.7 và cao su NBR không phủ NSI có tốc độ suy giảm độ bền kéo đứt nhanh hơn (giảm 5,6 % với PE-636; 8,4 % với PVC-0,7 và 5,1 % với cao su NBR), các vật liệu còn lại bị suy giảm chậm hơn (giảm 1,7 % với PVC-O và 3,1 % với cao su SBR).



Hình 2. Sự thay đổi độ giãn dài khi đứt theo thời gian

Đối với độ giãn dài khi đứt, kết quả trên Hình 2 cho thấy, sau 6 chu kỳ thử nghiệm, độ giãn dài khi đứt của các vật liệu phủ NSI đều suy giảm, mức giảm lớn nhất đối với tấm vật liệu PVC-O (giảm 30,0%), tấm nhựa PVC-0.7 giảm 20,5%, cao su NBR giảm 19,5%, nhựa PE-636 giảm 15,8% và cao su SBR giảm 12,0%. So với các mẫu vật liệu phủ NSI, sự suy giảm độ giãn dài khi đứt ở các mẫu vật liệu tương ứng không phủ NSI có sự khác biệt không lớn (PVC-O giảm 29,13%; PVC-0.7 giảm 20,4%; cao su NBR giảm 18,9%; PE-636 giảm 16,5% và SBR giảm 11,8%).

3.2. Độ bền vật liệu với thử nghiệm nóng khô

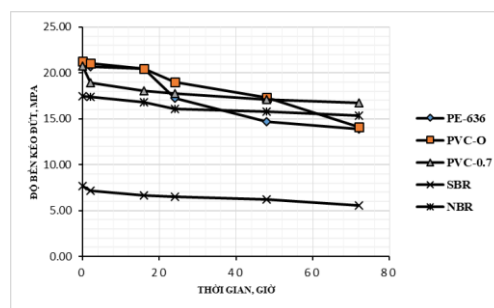
Các mẫu nghiên cứu được đưa vào tủ thử nghiệm nóng khô và được lấy ra ở các thời điểm: 2 giờ, 16 giờ, 24 giờ, 48 giờ và 72 giờ để đánh giá mức độ biến đổi độ bền kéo đứt và độ giãn dài khi đứt.

Giá trị độ bền kéo đứt và độ giãn dài khi đứt của các mẫu vật liệu phủ NSI và mẫu đối chứng không phủ NSI sau 72 giờ thử nghiệm nóng khô được tổng hợp trong Bảng 2.

Dưới tác động của nhiệt độ cao và độ ẩm thấp, các

vật liệu polymer và cao su nhanh chóng bị giòn hóa do hiện tượng lão hóa nhiệt.

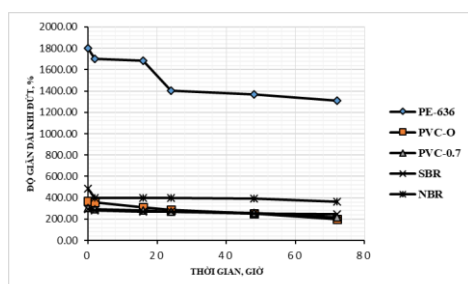
Sự biến đổi độ bền kéo đứt và sự biến đổi độ giãn dài khi đứt theo thời gian được thể hiện lần lượt trên các Hình 3 và Hình 4.



Hình 3. Sự thay đổi độ bền kéo đứt theo thời gian

Hình 3 cho thấy, sau thử nghiệm ở 72 giờ cho thấy, vật liệu PE-636, PVC-O và SBR có mức độ suy giảm độ bền kéo đứt tương đương nhau, với mức độ lần lượt là 34,6%, 33,6% và 27,9%. Vật liệu PVC-0.7 có mức suy giảm độ bền kéo đứt là 19,4%, còn ở cao su NBR là 11,9%. So sánh với số liệu trong Bảng 2 thấy rằng, các mẫu vật liệu không phủ NSI có độ bền kéo đứt thấp hơn so với các mẫu vật liệu phủ NSI sau 72 giờ thử nghiệm nóng khô. Tức là mức độ suy giảm độ bền kéo đứt của các mẫu vật liệu không phủ NSI lớn hơn các mẫu có phủ NSI.

Với sự biến đổi độ giãn dài khi đứt, trên Hình 4 cho thấy, các vật liệu polymer và cao su (được phủ NSI) giảm nhiều, mức giảm độ giãn dài khi đứt là lớn nhất đối với tấm nhựa PVC-O (giảm 46,1%); vật liệu PE-636, PVC-0.7 và NBR có mức giảm tương đương nhau (PE-636: 27,3%; PVC-0.7: 28,6% và NBR: 25,6%), của cao su SBR có mức giảm ít nhất là 15,9% sau 72 giờ thử nghiệm. So sánh các số liệu trong Bảng 2 cho thấy, các mẫu vật liệu phủ NSI có mức suy giảm độ giãn dài khi đứt nhỏ hơn so với các mẫu vật liệu tương ứng không phủ NSI (PVC-O giảm 47,8%; PE-636 giảm 28,2%; PVC-0.7 giảm 30,3%; NBR giảm 25,8% và SBR giảm 17,2%).



Hình 4. Sự thay đổi độ giãn dài khi đứt theo thời gian

Các kết quả khảo sát, thử nghiệm trên cho thấy, độ bền kéo đứt của các vật liệu trong cả hai điều kiện thử nghiệm đều giảm ở mức 11,2% đến 36,1% (đối với các mẫu vật liệu phủ NSI), còn đối với các mẫu không phủ NSI ở mức 11,0% đến 38,8%. Đối với độ giãn dài khi đứt, mức độ suy giảm từ 12,0% đến 46,1% (đối với các mẫu vật liệu phủ NSI), còn đối với các mẫu không phủ NSI ở mức 11,8% đến 47,8%. Với thử nghiệm nóng khô, sự suy giảm độ bền là lớn hơn. Sự suy giảm độ bền kéo đứt và độ giãn dài khi đứt đối với hai phép thử nghiệm trên là do các nguyên nhân chính sau: 1) Ở chế độ thử nghiệm khắc nghiệt, lớp phủ NSI bị tuột dần ra và mất dần tính năng phủ bảo vệ bề mặt vật liệu; 2) Sự xâm nhập của ẩm hay không khí trong điều kiện nhiệt độ cao thúc đẩy nhanh quá trình lão hóa vật liệu.



Hình 5. Mẫu vật liệu PVC thử nghiệm sau kéo đứt

- 1: Không phủ dung dịch nanoproduct super insulation;
2: Phủ dung dịch nanoproduct super insulation.

4. Kết luận

Dung dịch nanoproduct super insulation được sử dụng để phủ bảo vệ bề mặt các chi tiết kim loại và hợp kim không làm ảnh hưởng nhiều đến độ bền của các vật liệu polymer, cao su trong cấu trúc hệ thống tổng thành các trang thiết bị nói chung và hệ thống tàu thuyền hàng hải nói riêng.

1) Đối với vật liệu PE và cao su NBR: sử dụng lớp phủ nanoproduct super insulation có tác dụng hạn chế được sự suy giảm độ bền vật liệu so với khi không có lớp phủ này;

2) Đối với vật liệu PVC và cao su SBR: Độ bền vật liệu giảm nhanh hơn khi sử dụng lớp phủ nanoproduct super insulation, sự khác biệt là không lớn (từ 2% đến 10%) so với khi không sử dụng lớp phủ;

3) Độ bền vật liệu polymer bị giảm nhanh hơn ở điều kiện nóng khô so với nóng ẩm (đối với cả vật liệu được phủ và không được phủ dung dịch nanoproduct super insulation).

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Vũ Đình Cự, *Cơ sở kỹ thuật nhiệt đới*. NXB Văn hóa thông tin, tr. 381, 2007.
- [2] Xvichic A. A., Ivonhin V. N., *Phân tích sự thay đổi trạng thái kỹ thuật các chi tiết kỹ thuật trong khí hậu nhiệt đới có sử dụng phương trình hồi quy tổng quát*, Tuyển tập các báo cáo khoa học, Quyển III, tr.49-54, 1998.
- [3] Mang, Theo and Dresel, Wilfried, *Lubricants and Lubrication*, Wiley-VCH, Weinheim, 2007.
- [4] Huige W. et al, *Advanced micro/nanocapsules for self-healing smart anticorrosion coatings*, Journal of materials chemistry A, Vol.3, pp.469-480, 2015.
- [5] Sarah B. Ulaeto et al, *Advanced nanocoatings for anticorrosion (Chapter 25)*, Corrosion Protection at the Nanoscale, pp.499-510, 2020.
- [6] Kosaki M., *Super electrical insulation of polymers in cryogenic region*, Proceedings of the 7th International Conference on Properties and Applications of Dielectric Materials (Nagoya, Japan), 1-5 June 2003.
- [7] TCVN 4501-3:2009 (ISO 527-3:1995), *Chất dẻo - Xác định tính chất kéo - Phần 3: Điều kiện thử đối với màng và tấm (Plastics - Determination of tensile properties - Part 3: Test conditions for films and sheets)*.
- [8] TCVN 7699-2-30:2007 (IEC 60068-2-30:2005), *Thử nghiệm môi trường- Phần 2-30: Các thử nghiệm - Thử nghiệm Db: Nóng ẩm, chu kỳ (chu kỳ 12h + 12h)*.
- [9] TCVN 7699-2-2:2011 (IEC 60068-2-2:2007), *Thử nghiệm môi trường - Phần 2-2: Các thử nghiệm - Thử nghiệm B: Nóng khô*.
- [10] TCVN 4501-1:2014 (ISO 527-1:2012), *Chất dẻo - Xác định tính chất kéo - Phần 1: Nguyên tắc chung (Plastics - Determination of tensile properties - Part 1: General principles)*.

Ngày nhận bài:	28/10/2021
Ngày nhận bản sửa:	11/11/2021
Ngày duyệt đăng:	17/11/2021