

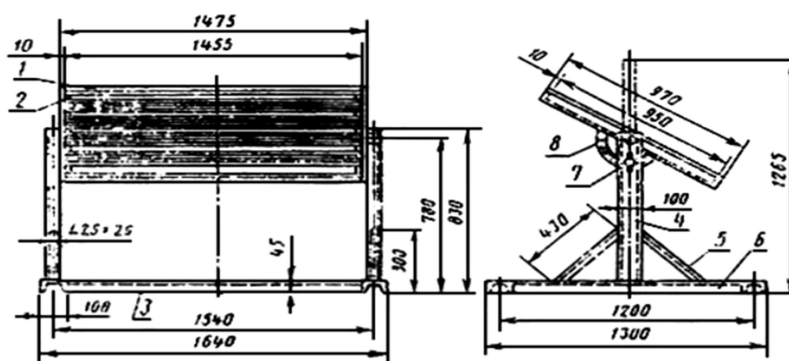
ĐỀ XUẤT PHƯƠNG ÁN CỐ ĐỊNH MẪU VẬT LIỆU DẠNG TẤM TRONG QUÁ TRÌNH THỬ NGHIỆM TỰ NHIÊN TẠI CÁC TRẠM THỬ NGHIỆM KHÍ HẬU

MIKUROV D. S.⁽¹⁾, PHILICHEV N. L.⁽¹⁾, NÔNG QUỐC QUẢNG⁽¹⁾,
PHAN BÁ TỬ⁽¹⁾, GUBIN S.G.⁽²⁾, PHAN NGỌC TỬ⁽²⁾

1. MỞ ĐẦU

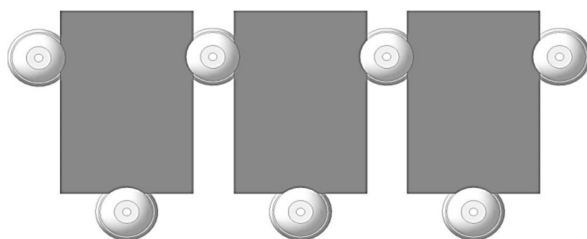
Thử nghiệm tự nhiên các mẫu vật liệu khác nhau nhằm mục đích nghiên cứu, chế tạo và đánh giá hiệu quả sử dụng được tiến hành tại các trạm thử nghiệm khí hậu theo các phương pháp khác nhau quy định tại hệ thống tiêu chuẩn quốc gia của Việt Nam và Liên bang Nga [1, 2]. Đối với thử nghiệm ăn mòn trong môi trường khí quyển, bố trí mẫu thử tại hiện trường theo các quy định trên là một nội dung quan trọng. Khác với thử nghiệm tự nhiên trong các môi trường xâm thực, thử nghiệm tự nhiên trong môi trường khí quyển yêu cầu loại trừ tiếp xúc trực tiếp của mẫu thử nghiệm bằng vật liệu dẫn điện với giá đặt mẫu. Việc không đáp ứng được yêu cầu này dẫn đến các kết quả thử nghiệm có sai lệch do hiện tượng ăn mòn tiếp xúc và biến dạng vật liệu thử nghiệm diễn ra trong quá trình đánh giá.

Ngoài việc đáp ứng yêu cầu trên, vị trí của giá đặt mẫu (độ cao, góc nghiêng của mặt phẳng giá, khoảng cách giữa các mẫu) cũng là nội dung không kém phần quan trọng khi bố trí mẫu thử nghiệm và có thể ảnh hưởng đến kết quả thử nghiệm. Để giải quyết các yêu cầu này, sử dụng cách điện trong phân phối truyền tải điện được lựa chọn làm vật liệu cách điện trong đơn vị cố định mẫu thử nghiệm [3, 4]. Đặc điểm cơ bản của vật liệu này các tính chất vật lý ổn định khi chịu tác động của các yếu tố môi trường, trong đó có nhiệt độ, độ ẩm không khí và tác động lão hóa của bức xạ mặt trời. Khi tiến hành thử nghiệm tự nhiên các loại vật liệu khác nhau, dạng phổ biến nhất là dạng tấm phẳng nhiều kích thước [2]. Các giá thử nghiệm theo GOST 9.906-83 được làm từ thép gia cường. Khuyến nghị sử dụng các giá đặt mẫu như trong hình 1.

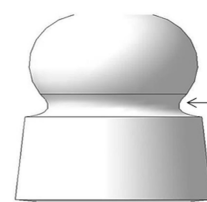


Hình 1. Cấu tạo giá đặt mẫu thử nghiệm tự nhiên trong môi trường khí quyển
1-Thanh ngang ($40 \times 40 \times 1455$ mm, số lượng 10); 2-Thanh dọc ($40 \times 40 \times 950$ mm, số lượng 2); 3- Thanh đỡ (Chữ U rộng đáy 10 mm, dài 1440 mm, số lượng 2); 4- Thanh đỡ (Chữ U rộng đáy 10 mm, dài 784 mm, số lượng 2); 5-Thanh xiên cân góc (dài 430 mm, số lượng 4); 6-Thanh đỡ (Chữ U rộng đáy 10 mm, dài 1300 mm, số lượng 2); 7-Chốt khóa; 8-Vòng cung

Phương pháp cố định mẫu trên các giá thử nghiệm tự nhiên trong môi trường khí quyển được đề xuất trong GOST 9.909-86 với kích thước mẫu phổ biến là $150 \times 100 \times 0,5 \div 3$ mm. Tuy nhiên một số chuẩn tài liệu khác cho phép các mẫu với kích thước từ 50×50 mm đến 200×350 mm, với độ dày dao động từ 0,5 đến 3 mm. Mặt phẳng tấm mẫu hướng về hướng Nam với góc nghiêng 45° so với mặt đất. Phương án cố định mẫu được đề xuất là sử dụng đơn vị cố định làm bằng sứ cách điện. Sứ cách điện được đặt vào các thanh đỡ của giá thử nghiệm bằng các bu-lông kim loại. Các tổ hợp đề xuất là 1 hoặc 2 đơn vị cho một cạnh dưới của tấm mẫu và 1 đơn vị cho các cạnh bên (hình 2).



Hình 2. Sơ đồ cố định mẫu thử nghiệm dạng tấm bằng sứ cách điện



Hình 3. Mẫu hình dạng của sứ cách điện

Đánh giá hiệu quả sử dụng thực tế của phương pháp nêu trên trong nhiều năm, chúng tôi nhận thấy một số ưu điểm và hạn chế sau:

Sứ cách điện có tính chất trơ với hầu hết các loại vật liệu được thử nghiệm [5]; Đảm bảo độ tin cậy khi áp dụng cho các tấm mẫu ít bị biến dạng và thay đổi kích thước hoặc bằng cách sử dụng các đơn vị có kích thước dự phòng (các cổ với đường kính nhỏ) lớn hơn.

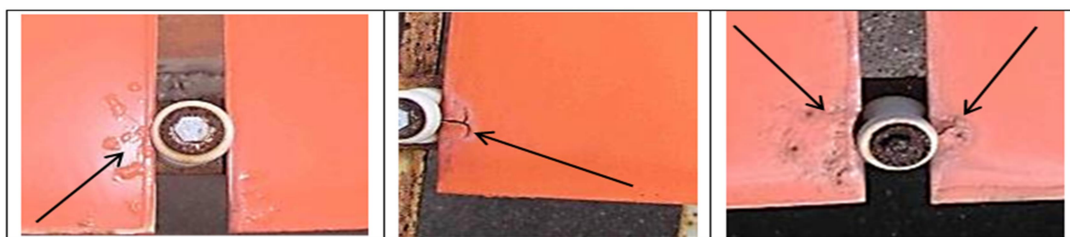
Một số hạn chế khi sử dụng đơn vị vật liệu sứ cách điện bao gồm:

Chênh lệch hệ số giãn nở nhiệt lớn. Khi cố định mẫu tấm vật liệu bằng sứ cách điện tại các cạnh xuất hiện vấn đề tính toán độ rộng khe hở dự phòng cho vật liệu được thử nghiệm. Khi không tồn tại khe hở này, xuất hiện ứng suất tại vị trí tiếp xúc vật liệu-sứ cách điện do sự thay đổi kích thước vật lý của tấm mẫu do giãn nở nhiệt. Bảng bên dưới trình bày một số thông số giãn nở nhiệt cơ bản của các vật liệu và hợp kim phổ biến khi tăng nhiệt độ môi trường xung quanh [6].

Bảng 1. Sự phụ thuộc của kích thước dẫn dài vào sự thay đổi nhiệt độ của một số vật liệu với chiều dài 150 mm

Vật liệu	Thép			Thép hợp kim			Nhôm			Kẽm		
Nhiệt độ thay đổi ΔT ($^\circ\text{C}$)	20	30	50	20	30	50	20	30	50	20	30	50
Kích thước thay đổi (μm)	35	53	88	48	72	120	71	107	178	87	131	217

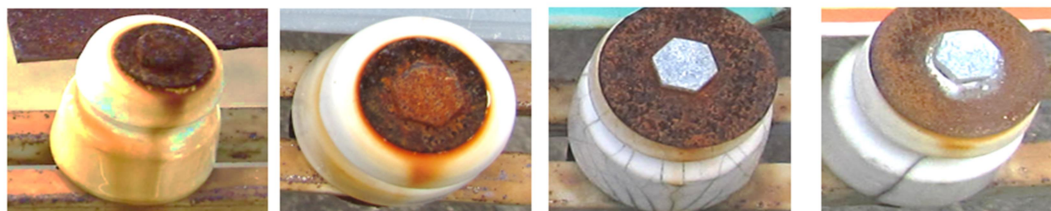
Trong bảng cho thấy sự thay đổi kích thước kim loại, khi tăng hoặc giảm nhiệt độ của cấu trúc kim loại, dao động trong biên độ lớn. Do đó, ứng suất cao tại điểm tiếp xúc mẫu thử nghiệm-sứ cách điện dẫn đến những tác động không mong muốn đối với vật liệu và mẫu vật liệu sử dụng kim loại làm tấm nền. Đối với các lớp phủ, vật liệu sử dụng kim loại làm tấm nền, sự giãn nở không đều của vật liệu nền và vật liệu được thử nghiệm tạo ra ứng suất tại điểm tiếp xúc giữa tấm mẫu thử nghiệm và sứ cách điện giữ mẫu. Ứng suất này gây nứt, bong tróc lớp phủ và gây ra ăn mòn tấm nền, dẫn đến làm sai lệch kết quả thử nghiệm(hình 4).



Hình 4. Sự biến dạng mẫu thử nghiệm do kết quả của hiện tượng dẫn nở nhiệt

Hiện tượng trên xảy ra khi thử nghiệm tại các trạm thử nghiệm khí hậu có sự chênh lệch nhiệt độ ngày đêm, giữa các mùa lớn, sự thay đổi nói trên thể hiện qua các dữ liệu trình bày tại [7]. Ngoài ra, bố trí mẫu với mật độ cao cũng gây khó khăn trong quá trình đánh giá, thay thế mẫu bị khuyết tật, thay thế và khắc phục các giá thử nghiệm xuống cấp, hư hỏng. Để khắc phục điều này người ta bố trí các khoảng trống giữa mẫu và sứ cố định nhằm dễ dàng thao tác. Tuy nhiên, điều này lại không đảm bảo cố định mẫu một cách chắc chắn trong các điều kiện thời tiết cực đoan như giông, gió mạnh, đặc biệt là các mẫu có kích thước nhỏ (độ dài một cạnh nhỏ hơn 5mm) với khối lượng không lớn. Mặt khác, sự thay đổi tốc độ gió đột ngột tạo nên hiện tượng ma sát giữa mẫu và sứ cách điện tại điểm tiếp xúc, dẫn đến hiện tượng khuyết tật và biến dạng mẫu đã được nói ở trên.

Lão hóa. Một trong những tính chất không mong muốn của sứ cách điện là tính đồng nhất không cao của vật liệu này khi được sản xuất ra thành phẩm. Thực tế cho thấy, sau 2 năm sử dụng, trên bề mặt sứ cách điện xuất hiện các vết nứt nhỏ (hình 5), có thể do sự giãn nở nhiệt không đều giữa các lớp bên trong và lớp ngoài. Tại các vị trí này các sản phẩm ăn mòn bị giữ lại mà trong điều kiện độ ẩm cao tạo thành các đường, rãnh dẫn điện, độ cách điện của vật liệu giảm rõ rệt. Nguyên lý tác động của hiện tượng này được mô tả trong [8].



Hình 5. Sản phẩm ăn mòn để lại trên bề mặt sứ cách điện bị rạn nứt và lão hóa

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

Phương pháp thay thế cố định mẫu thử nghiệm phổ biến được minh họa trong hình 6a và 6b. Giá thử nghiệm tự nhiên trên trạm thử nghiệm khí hậu của VIAM, thành phố Sochi, Liên bang Nga có kích thước lớn, công kênh và đòi hỏi sự đồng bộ khi tháo gỡ các mẫu. Trên trạm thử nghiệm khí hậu Dalniye Zelentsy, vùng Murmansk sử dụng các giá như hình 6b với các thanh đỡ bằng gỗ đảm nhiệm chức năng cố định một loạt mẫu nhất định, việc tháo lắp mẫu thử nghiệm cũng được tiến hành như phương án tại hình 6a, vật liệu gỗ không cho phép các giá này sử dụng ở những vùng có độ ẩm không khí cao.



a



b

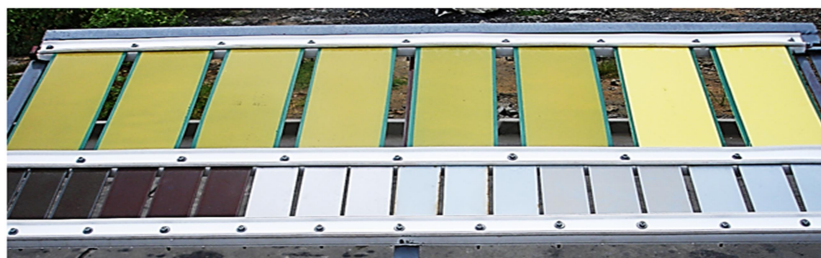
Hình 6. Giá thử nghiệm tự nhiên

a) tại trạm thử nghiệm khí hậu của VIAM, thành phố Sochi, Liên bang Nga

b) tại trạm thử nghiệm khí hậu Dalniye Zelentsy, vùng Murmansk, Liên bang Nga

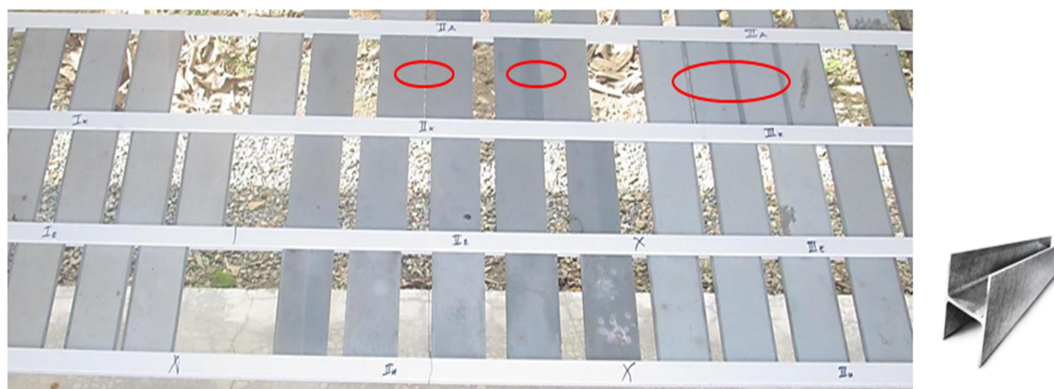
Tại Chi nhánh Ven biển/Trung tâm Nhiệt đới Việt - Nga chúng tôi hoàn thiện một số phương án cố định mẫu thử nghiệm trên các giá thử nghiệm trong môi trường khí quyển. **Phương án 1** đề xuất cố định mẫu bằng các ống nẹp nhựa PVC tiết diện hình chữ nhật [9]

Phương án này khắc phục được một số nhược điểm của các phương án trên và thể hiện tính kinh tế, tuy nhiên, các ống cách điện có tuổi thọ ngắn và bị giòn hóa trong môi trường khí quyển có bức xạ mặt trời, yêu cầu thay thế trong vòng 6 tháng. Phương án này thích hợp với việc thử nghiệm tự nhiên trong các nhà mái che tại nơi không bị bức xạ mặt trời làm giòn hóa các thanh nẹp nhựa cố định mẫu (hình 7).



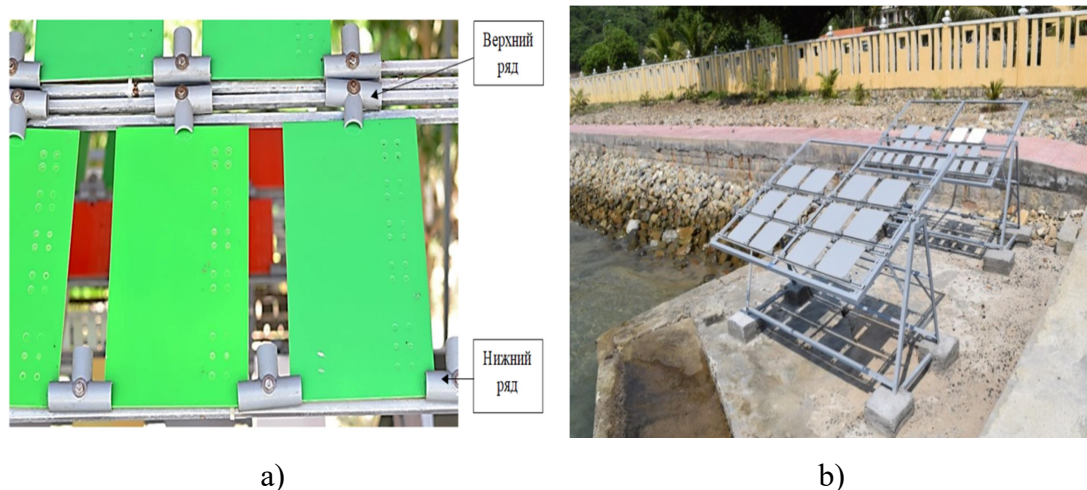
Hình 7. Sơ đồ giữ tám mẫu thử nghiệm bằng các thanh nẹp nhựa

Phương án 2 giải quyết được vấn đề tuổi thọ của thanh cố định mẫu bằng các thanh nhôm được gia cường [10] với tiết diện mô tả trong hình 8. Tuy nhiên, hạn chế của phương án này là thời gian tháo lắp dài khi cần thay thế, đánh giá mẫu thử riêng biệt. Ngược lại, nếu nối lỏng các thanh đỡ này, có thể làm biến động vị trí của mẫu và gây khuyết tật do tác động cơ học khi tốc độ gió lớn hoặc có sự dao động truyền vào giá đặt mẫu.



Hình 8. Sơ đồ giữ tấm mẫu thử nghiệm bằng thanh nhôm gia cường

Phương án 3. Để đảm bảo độ tin cậy khi cố định các mẫu thử nghiệm với kích thước lớn hơn 100×150 mm, trong đó thường xuyên chịu tác động của gió lớn và giông bão, chúng tôi đã sử dụng trong điều kiện khí hậu biển nhiệt đới các chi tiết từ nhựa PVC hình chữ T và các đầu nối góc 90 độ (hình 9).



Hình 9. Sơ đồ giữ tấm mẫu thử nghiệm bằng chi tiết chữ T từ vật liệu PVC
a) trong môi trường khí quyển và b) trong môi trường nước biển

Các chi tiết chữ T làm từ vật liệu polyvinyl chloride (PVC) [11], là các vật liệu dùng trong ngành nước hiện nay theo ISO 1452-3:2009. Các thông số của nhựa PVC (binhminhplastic) chỉ ra ở bảng 2.

Bảng 2. Các thông số đặc trưng của chi tiết T nhựa PVC

STT	Thông số	Giá trị	Đơn vị
1	Khối lượng riêng	1,4	g/cm ³
2	Độ cứng tối thiểu	50	MPa
3	Hệ số giãn nở nhiệt	8×10^{-5}	°C ⁻¹
4	Điện trở riêng bề mặt	10^{13}	Ω
5	Nhiệt độ làm mềm Vicat (tối thiểu)	76	°C

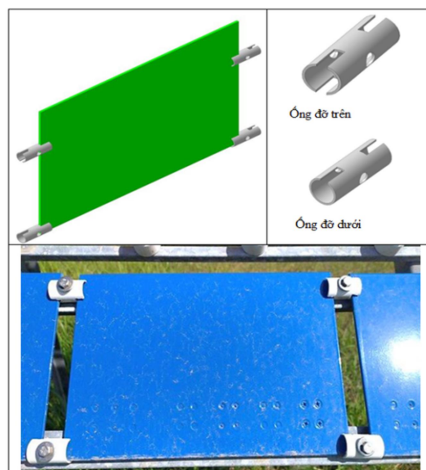
Khi sử dụng chi tiết từ vật liệu PVC trong điều kiện tự nhiên, tính chất quan trọng nhất được nghiên cứu là sự lão hóa. Cơ chế phân hủy đã được nghiên cứu trong một thời gian dài; người ta đã chứng minh rằng theo thời gian, hydroclorua được giải phóng, màu sắc vật liệu thay đổi, và cuối cùng polyme trở nên cứng và không hòa tan trong dung môi tetrahydrofuran do kết quả của quá trình tái cấu trúc hóa dưới điều kiện bức xạ mặt trời [12]. Trong điều kiện phòng thí nghiệm và hiện trường, các đặc tính bền thời tiết của các mẫu thí nghiệm của vật liệu PVC đã được khảo sát [13]. Kết quả nghiên cứu chỉ ra rằng trong 8 năm trong điều kiện tự nhiên, vật liệu bị giòn hóa và độ bền va đập giảm đến 25% [12, 13]. Sự lão hóa lớn nhất xảy ra ở lớp bề mặt tương đối mỏng khoảng 100 μm sau 20 năm thử nghiệm [13, 14]. Những tính chất vượt trội của vật liệu PVC được thể hiện qua kết quả nghiên cứu chỉ ra rằng vật liệu này có thể được coi là một trong những vật liệu phù hợp cho các chi tiết trên giá đỡ và cố định mẫu thử nghiệm trong môi trường khí quyển trong các thử nghiệm quy mô lớn, đồng thời đảm bảo các yêu cầu về cách điện của giá đỡ và mẫu vật liệu trong thời gian thử nghiệm.

Phương pháp đề xuất cố định mẫu trong môi trường khí quyển tại các trạm thử nghiệm khí hậu, đặc biệt là trong điều kiện té nước biển lên mẫu thử nghiệm tại mép nước hoặc phao thử nghiệm biển, đã được sử dụng đảm bảo cố định mẫu trong điều kiện khí hậu cực đoan (Ví dụ: trong điều kiện bão Eta 10/11/2020, tốc độ gió đạt 83 km/ giờ, mẫu đảm bảo được cố định trên giá đỡ, bao gồm cả các mẫu lớn có kích thước 300x500 mm và nặng 5 kg (hình 9b)).

3. KẾT QUẢ

Đối với chi tiết chữ T, một số vết cắt với độ rộng tương đương độ dày tấm mẫu thử nghiệm được tạo bổ sung trên thành chi tiết bằng phương pháp cơ học để giữ các tấm mẫu. Các chi tiết này được gắn chặt vào các thanh đỡ ngang của giá thử nghiệm bằng các bu lông không gỉ. Phương pháp cố định này được đề xuất và sử dụng tại Chi nhánh Ven biển/Trung tâm Nhiệt đới Việt - Nga. Việc sử dụng phương pháp cố định mẫu này đã cho thấy hiệu quả cao trong điều kiện khí hậu biển nhiệt đới khi các mẫu được phơi trong không khí và trên các phao thử nghiệm biển. Kết quả sử dụng cho thấy trong môi trường khí quyển ven biển, các chi tiết nêu trên đảm bảo giữ mẫu thử nghiệm kích thước 150x300 mm trong một chương trình thử nghiệm lớp phủ sơn kéo dài 5 năm [15].

Các cải tiến về phương pháp lắp đặt mẫu này trên các giá thử nghiệm trong môi trường khí quyển cho thấy có thể sử dụng các chi tiết dạng ống làm từ PVC nhằm cố định mẫu thử nghiệm trong các chương trình thử nghiệm vật liệu và lớp phủ tương tự (hình 10).



Hình 10. Sơ đồ cố định tấm mẫu bằng các đơn vị kẹp mẫu dạng ống

Việc sử dụng các đơn vị cố định tấm mẫu dạng ống không làm giảm độ tin cậy trong điều kiện khí hậu cực đoan (giông, bão...), đồng thời cho phép tháo lắp linh động trong trường hợp cần di dời, bảo quản các đối tượng thử nghiệm. Phương pháp cố định tấm mẫu thử nghiệm nói trên đã được tiến hành trên 1 năm (hình 10), tại Trạm Nghiên cứu Thử nghiệm khí hậu Cần Giờ, Chi nhánh Phía Nam/Trung tâm Nhiệt đới Việt - Nga.

4. KẾT LUẬN

Chúng tôi, nhóm nghiên cứu khuyến nghị Phương pháp cố định mẫu thay thế được trình bày ở trên trong giai đoạn chuẩn bị điều kiện thử nghiệm đối với vật liệu kim loại và các lớp phủ trên nền vật liệu kim loại trong môi trường khí quyển, có thể áp dụng tại các trạm thử nghiệm khí hậu không chỉ trong điều kiện khí hậu nhiệt đới, mà còn nhiều điều kiện khí hậu khác nhau. Phương pháp này không phủ nhận và loại trừ các phương pháp đã giới thiệu và được áp dụng trong GOST 9.909-86, có thể được cải tiến và hoàn thiện trong thời gian tiếp theo.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. ГОСТ 9.906-83, *Единая система защиты от коррозии и старения. Станции климатические испытательные. Общие требования*, М.: Изд-во стандартов, 2004, 22 с.
2. ГОСТ 9.909-86, *Металлы, сплавы, покрытия металлические и неметаллические неорганические. Методы испытаний на климатических испытательных станциях*. М.: Изд-во стандартов, 1986, 20 с.
3. ГОСТ 27744-88, *Изоляторы. Термины и определения*, М.: Изд-во «Стандартинформ», 2005, 15с.

4. Е. Зубкова, *Изоляторы для воздушных линий*, Медиапортал сообщества ТЭК, 20/04/2015, <http://www.energyland.info/analitic-show-134860>
5. Mattyasovszky-Zsolnay, Laszló, *Mechanical strength of porcelain*, Journal of the American Ceramic Society, 1957, **40**(9):299-306.
6. Неймарка Б.Е., *Физические свойства сталей и сплавов, применяемых в энергетике*, Справочник, М.-Л.: Энергия, 1967.
7. Карпов В.А., Шадрин Ю.Н., Руднев В.П., «О новых методах испытаний материалов», Сборник статей «Климатическая и биологическая стойкость материалов», Москва-Ханой, 2003, год, с.6.
8. Sanyal, S., Kim, T., Jeon, S. et al., *Influence of corrosion on electrical and mechanical properties of porcelain suspension insulators: An overview*, Trans. Electr. Electron. Mater., 2020, **21**:543-549, <https://doi.org/10.1007/s42341-020-00239-3>
9. IEC 61386-1:2008 *Conduit systems for cable management-Part 1: General requirements*.
10. ГОСТ 4784-97, *Алюминий и сплавы алюминиевые деформируемые*, Марки., М.: Стандартиформ, 2009.
11. Басалаева, Л. В., et al., «Поливинилхлорид на транспорте: назначение, физико-химические и гигиенические свойства, горение (обзор литературы и материалов собственных исследований)», Актуальні проблеми транспортної медицини, 2008.
12. Winkler, D. E., *Mechanism of polyvinyl chloride degradation and stabilization*, Journal of Polymer Science, 1959, **35**(128):3-16.
13. I. Jakubowicz, *Effects of artificial and natural ageing on impact-modified poly (vinyl chloride) (PVC)*, Polymer Testing, 2001, **20**(5):545-551, [https://doi.org/10.1016/S0142-9418\(00\)00074-X](https://doi.org/10.1016/S0142-9418(00)00074-X)
14. I. Jakubowicz, K. Möller, *An FTIR, impact strength and thermal analysis investigation of a PVC window frame naturally aged for 20 years*, Polymer Degradation and Stability, 1992, **36**(2):111-120, [https://doi.org/10.1016/0141-3910\(92\)90146-V](https://doi.org/10.1016/0141-3910(92)90146-V)
15. Нонг Куок Куанг, Нгуен Ван Чьеу, Май Ван Минь, Фан Ба Ты, Нгуен Ван Чи, Донг Ван Кьен, Ле Хонг Куан, Као Ньят Линь, Ануфриев Н. Г., *Результаты натурных испытаний лакокрасочных покрытий для прибрежных сооружений и судов в тропическом климате Вьетнама*, Журнал Практика Противокоррозионной Защиты, 2021, **26**(1):17-27.

Nhận bài ngày 05 tháng 11 năm 2020

Phản biện xong ngày 25 tháng 01 năm 2021

Hoàn thiện ngày 31 tháng 01 năm 2021

⁽¹⁾ Приморское отделение Тропического центра

⁽²⁾ Южное отделение Тропического центра