

NGHIÊN CỨU CHẾ TẠO VẬT LIỆU TĂNG CƯỜNG TIẾP ĐẤT

Trần Đình Hiến*, Phạm Hồng Thạch, Nguyễn Thị Xuân Hồng,
Nguyễn Đình Chinh, Vương Quang Việt, Lê Văn Tâm

Tóm tắt: Bài báo trình bày tóm tắt nội dung nghiên cứu chế tạo vật liệu tăng cường tiếp đất ứng dụng trong hệ thống tiếp đất (tiếp đất chống sét, tiếp đất bảo vệ...). Những thông số kỹ thuật của vật liệu chế tạo hoàn toàn tương đương sản phẩm nhập ngoại cùng loại: Điện trở suất thấp, $\rho = 3,7 \div 4,5 \Omega.cm$; bền nhiệt trong khoảng nhiệt độ $-10^0C \div +60^0C$; không thay đổi điện trở khi chịu tải dòng xung 12kA; không gây ô nhiễm đất và nước ngầm.

Từ khóa: Vật liệu tăng cường tiếp đất, Vật liệu chống sét.

1. MỞ ĐẦU

Vật liệu tăng cường tiếp đất (VL TCTĐ, Ground Enhancing Materials - GEM), sử dụng như chất lấp đầy (backfill) quanh điện cực tiếp đất (ĐCTĐ, Hình 1) của hệ thống tiếp đất (chống sét, bảo vệ, làm việc, chống ăn mòn...) các công trình quốc phòng, công trình cao tầng, trạm chứa nguyên nhiên vật liệu dễ cháy nổ, hệ thống lưới điện, trạm biến áp, công trình viễn thông...



Hình 1. Một phần hệ thống tiếp đất.

VL TCTĐ có độ dẫn điện cao, khi dùng làm giảm điện trở suất của đất, tăng cường tiếp xúc và diện tích tiếp xúc giữa ĐCTĐ và môi trường đất, giúp quá trình tiêu tán năng lượng do ngắn mạch, quá áp, quá dòng xuống đất dễ dàng, với mục đích chung là bảo vệ an toàn cho con người và thiết bị, khi có sự cố hoặc do phóng điện khí quyển (giông-sét) gây ra [5,6,7].

VL TCTĐ phải đạt các yêu cầu chính: điện trở suất thấp; bền vững theo thời gian, do đó không cần bảo trì định kỳ hay thay thế; rất phù hợp với vùng đất có điện trở cao, khó lấp đặt và giới hạn về diện tích xây dựng hệ thống tiếp đất; không độc hại, và gây ô nhiễm môi trường đất và nước ngầm; ăn mòn ĐCTĐ thấp, dễ sử dụng [5]

Hầu hết các nước đều sản xuất VL TCTĐ dựa trên nguồn nguyên vật liệu phong phú, sẵn có của quốc gia mình, như cốc dầu khí, cốc than đá, carbon black, graphít, xỉ lò cao, tro bay, xi măng, cao lanh, bentonit... [1,5,6,7]. Liên doanh ERICO (Mỹ - Úc) đã sản xuất thành công 2 sản phẩm GEM và GEM 25A, có mặt thị trường hơn 40 nước [1,5].

Hiện nay, yêu cầu kỹ thuật hệ thống chống sét các kho đạn, nhà máy sản xuất vật liệu nổ, kho vũ khí, khí tài, công trình viễn thông, hệ thống lưới điện, trạm biến áp... tuân thủ nghiêm ngặt theo các tiêu chuẩn [2,3,4]. Theo các tài liệu này đối với vùng đất có điện trở suất cao dùng muối ăn hay tiếp đất chôn sâu để cải thiện độ dẫn điện của đất. Do muối bị rửa trôi, thông số kỹ thuật hệ thống tiếp đất không ổn định, nên định kỳ phải kiểm tra, bổ

sung muối, hay thay thế ĐCTĐ bị ăn mòn nhanh. Tiếp đất chôn sâu rất khó khăn trong thi công lắp đặt... do đó làm tăng chi phí để duy trì hoạt động hệ thống tiếp đất. Đối với công trình có tính ổn định lâu dài, VL TCTĐ được nhập ngoại với giá thành cao [1].

Đề tài đã thành công trong nghiên cứu lựa chọn các nguyên vật liệu, thành phần, công nghệ chế tạo VL TCTĐ. Sản phẩm nghiên cứu đã khắc phục các hạn chế nêu trên, hiện đang ứng dụng thử nghiệm tại Cục Kỹ thuật Quân khu 7 và Cục Kỹ thuật Quân đoàn 4.[1]

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Xác định thành phần hóa và thành phần khoáng

- Hàm lượng cacbon theo ASTM D 5373-08. Thành phần hóa: TCN 01-I GCM; và TCVN 1441:2008. Thành phần khoáng phương pháp huỳnh quang tia X.

2.2. Xác định tính chất hóa lý của nguyên liệu và thông số kỹ thuật sản phẩm

- Độ hút vôi; chỉ số cường độ hoạt tính phụ gia thủy:TCVN 3735:1982; TCVN 6882:2001.

- Cường độ nén; lượng nước tiêu chuẩn; thời gian đông kết: TCVN 6016: 2011; TCVN 6017:1995, TCVN 6017: 1995.

- Điện trở suất: ASTM G 187-12; kích thước hạt TCVN 4828-89; khối lượng riêng, khối lượng thể tích: ASTM D 4380-06; TCVN 4292-95; TCVN 7072-06.

- Thành phần kim loại nặng trong VL TCTĐ: TCVN 6496: 2009, TCVN 5979:1995.

- Thử nghiệm ăn mòn: ASTM G1-03, GOCT 9.602:2005, TCVN 5066-90.

- Thử nghiệm xung nhiệt: GOCT 16962, 2 chu kỳ, 2 giờ/chu kỳ, $-10^{\circ}\text{C} \div +60^{\circ}\text{C}$.

- Mẫu thử xung nhiệt: M1: $\Phi 70$, L200; M2: $\Phi 80$, L200, ĐCTĐ $\Phi 14$, L250, đặt tại tâm, máy 200 DU.

- Mẫu TN thay đổi điện trở khi chịu tải dòng xung sét: $\Phi 160$, L300, máy phát xung GI 10-140, máy hiện sóng TDS-360, máy đo điện trở CA 6460, trị số xung dòng 12 kA(8/20 μs).

- Đo điện trở suất đất, VL TCTĐ hiện trường: TCVN/QS 960: 2002.

- Mẫu TN ảnh hưởng phụ gia: VL TCTĐ được trộn với lượng nước tiêu chuẩn là 70%, đổ trong ống PVC sau 28 ngày đóng rắn lấy mẫu thử nghiệm.

- Thiết bị sử dụng chế tạo VL TCTĐ phòng TN: Máy nghiền bi: $\Phi 240$, L250, N= 52 v/ph, Φ bi 20-30, $m_{bi}/m_{liều} = 1,4: 1,0$, hệ số điền đầy $\varphi = 0,5$.V, 2,5-3,0 kg/m³.

- Thiết bị sử dụng chế tạo thử nghiệm VL TCTĐ: Máy nghiền bi: $\Phi 1400$, L1600, N= 22 v/ph, Φ bi 50-100 mm, $m_{bi}/m_{liều} = 1,4: 1,0$, hệ số điền đầy $\varphi = 0,5$.V, 250-300 kg/m³.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Kết quả khảo sát vật liệu tăng cường tiếp đất nhập ngoại

Đề tài đã chọn GEM là VL TCTĐ được nhập từ Công ty Liên doanh ERICO [5], qua sử dụng thị trường trong nước chứng tỏ nhiều ưu điểm vượt trội, phân tích những thông số cần thiết định hướng quá trình nghiên cứu [1].

3.1.1. Xác định thành phần hóa

Bảng 1. Thành phần hóa của GEM (%).

Tên chỉ tiêu	CaO	SO ₃	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	MKN
Kết quả	12.92	1.42	5.70	2.02	1.07	0.87	0.22	0.20	71.30
Hàm lượng cacbon: 72,30									

- Thành phần hóa học của GEM (Bảng 1), bao gồm các oxýt chính của clinke xi măng portland (XMP), và các phụ gia có trong XMP: CaO, SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃. Hàm lượng cacbon hay lượng mất khi nung thể hiện lượng cacbon có trong GEM. Dựa vào lượng SO₃ có thể tính lượng phụ gia điều chỉnh tốc độ đông kết CaSO₄ (CaSO₄ = 1,7 SO₃) [8], sử dụng trong sản phẩm với vai trò kéo dài thời gian đông kết để VL TCTĐ đủ thời gian đi vào mọi kẽ hồng của môi trường đất,[1].

3.1.2. Xác định thành phần khoáng

Bảng 2. Thành phần khoáng của GEM (%).

Chỉ tiêu	Alit C ₃ S (3CaO. SiO ₂)	C ₂ S (2CaO. SiO ₂)	Belit C ₃ A (3CaO. Al ₂ O ₃)	Aluminat C ₄ AF (4CaO.Al ₂ O ₃ . Fe ₂ O ₃)	Gypsum (CaSO ₄)	Ettringite (3CaO.Al ₂ O.3CaSO 4.32H ₂ O)	CaCO ₃	Vô định hình
Kết quả	28.00	7.00	4.00	7.00	2.00	2.00	4,00	45,80

- Các khoáng có trong GEM là những khoáng chính của clinke XMP (Bảng 2, ngoại trừ khoáng vô định hình). CaSO₄ - phụ gia; Ettringite: sinh ra do C₃A phản ứng với gypsum trong quá trình hydrat hóa khoáng, có tác dụng tăng độ bền nước; CaCO₃ phụ gia đây trong XMP, bột mịn dạng hạt cầu, cải tạo tính chảy dẻo, tăng độ đặc chắc và giảm thiểu khả năng nứt do nhiệt thủy hóa. Với vật liệu TCTĐ nó tăng khả năng tự điền đầy lỗ rỗng của đất khi sử dụng, Khoáng vô định hình thể hiện lượng cacbon có trong GEM, kết quả có khác biệt lớn lượng MKN (Bảng 1), mang tính tham khảo, [1].

3.1.3. Cấp hạt và các thông số kỹ thuật cơ bản

Bảng 3. Cấp hạt và các thông số kỹ thuật của GEM .

Cấp hạt (% KL)				Các thông số kỹ thuật cơ bản				
0,500÷ 0,297 (mm)	0,297÷ 0,125 (mm)	0,125÷ 0,053 (mm)	<0,053 (mm)	ρ (Ω.cm)	pH	ρ _v (g/cm ³)	Độ tan, S(g/100 g H ₂ O)	Độ hút ẩm, W _h (%)
17,60	18,40	5,72	58,28	12,0	11,60	0,66	0,60	0,52

- Phần lớn cấp hạt của GEM nằm trong khoảng 0 - 0,500 mm, khối lượng cấp hạt dưới 0,053 mm chiếm đa số. Điện trở suất (ρ) thấp 12,0 Ω.cm; dạng bột mịn, nhẹ có khối lượng thể tích (ρ_v) nhỏ; môi trường kiềm; độ tan không đáng kể; độ hút ẩm thấp, (Bảng 3) chứng tỏ nó ít phụ thuộc vào độ ẩm của đất.

Nhận xét: Qua kết quả nghiên cứu có thể khẳng định về bản chất đây là dạng vật liệu composite, có thể biểu diễn trên Hình 2. Vật liệu được tạo nên từ hai thành phần tổ chức cơ bản là nền và cốt. Vật liệu cốt (VLC) là tập hợp các hạt vật liệu cacbon được liên kết lại bởi vật liệu nền (VLN) XMP và phụ gia của nó.

Để một sản phẩm VL TCTĐ đạt được các yêu cầu mong muốn thì thành phần của nó cơ bản phải chứa ít nhất các vật liệu với vai trò chính như sau, [1,5,6,7]:

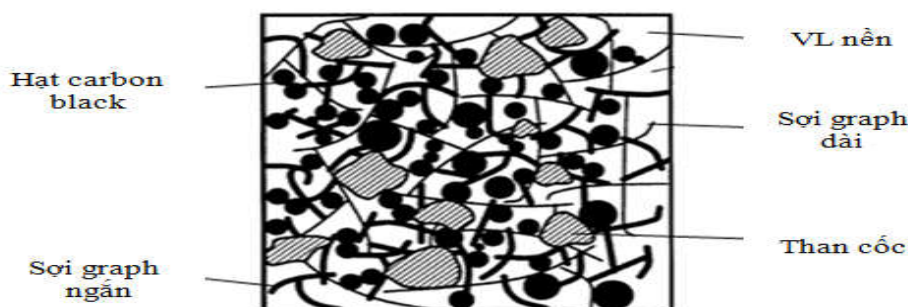
+ Vật liệu cacbon: graphít, cacbon black, cốc dầu khí nung. Chúng có độ dẫn điện cao, rất bền vững trong môi trường đất với các kích thước hạt khác nhau.

+ Vật liệu dạng aluminosilicat: như bent- Na⁺, bent- Ca²⁺... trương nở làm chặt đất, hấp thu ẩm, giữ ẩm, thải ẩm khi thời tiết khô, làm cho khối composit rắn chắc, không nứt vỡ

khi có thăng giáng về nhiệt độ, độ ẩm môi trường... Đó là các yếu tố cơ bản làm giảm điện trở của đất. Vật liệu này cùng với XMP tăng cường sự ổn định VL TCTĐ trong đất.

+ Vật liệu kết dính XMP và các phụ gia, nhiệm vụ liên kết toàn bộ các phần tử VLC dẫn điện thành một khối composit thống nhất, cố định các liên kết dẫn hình thành, che phủ bảo vệ cốt tránh các hư hỏng cơ học và suy giảm các tính chất hóa lý do tác động của môi trường sử dụng, như sự thay đổi vị trí các hạt dẫn cacbon, sự khô đi, sự lổ xổp ... trên cơ sở đó ổn định và nâng cao tuổi thọ làm việc của VL TCTĐ trong môi trường đất.

+ Tỷ lệ các vật liệu thành phần trong VL TCTĐ (% KL): Vật liệu xi măng và aluminosilicat: 28 - 29; Vật liệu cacbon: 71 - 72.[5-7].



Hình 2. Một dạng cấu trúc composit của VL TCTĐ.

3.2. Nghiên cứu lựa chọn vật liệu cacbon

Nhóm vật liệu cacbon là những cấu tử quan trọng nhất, quyết định đến tính chất dẫn điện của VL TCTĐ. Cacbon có độ dẫn điện cao là tiêu chuẩn để lựa chọn. Trên cơ sở nghiên cứu 7 loại vật liệu cacbon, đã lựa chọn 4 loại dùng chế tạo VL TCTĐ (Bảng 4): Cacbon black loại VULCAN XC 72 (XC 72) [13]; cốc dầu khí nung (Cancined petroleum coke-CPC); graphit cầu và graphit sợi. CPC và graphit cầu được nghiền mịn.

Bảng 4. Cấp hạt và thông số kỹ thuật của vật liệu cacbon.

Vật liệu	Khối lượng cấp hạt, %				Thông số kỹ thuật	
	0,500÷ 0,297 (mm)	0,297÷ 0,125 (mm)	0,125÷ 0,053 (mm)	<0,053 (mm)	Hàm lượng cacbon, %	Điện trở suất ρ , (Ω .cm)
XC 72	31-39 nm				97,71	0,15-0,65
CPC	0	0	20	80	80,56	4,74
Graphit cầu	0	5	30	65	87,70	2,39
Graphit sợi	6	58	27	9	95,40	54

3.3. Nghiên cứu lựa chọn vật liệu Aluminosilicat

Do nhiệm vụ đặt ra, vật liệu aluminosilicat phải có khả năng hấp thụ nước, trương nở tốt nhất. Bentonit (bent) có tính trương nở tốt, đặc biệt là bent kim loại kiềm. Montmorillonite là khoáng chính của bent, khi biến tính với muối natri cacbonat có khả năng trương nở mạnh nhất [9,12]. Đề tài chọn bent vùng mỏ Bình Thuận (Bent-BT) và Lâm Đồng (Bent-LĐ) để nghiên cứu quá trình biến tính (BT) bằng phương pháp khô [9]. Với thời gian trộn nghiền 6h và nồng độ muối natri cacbonat 2%, kết quả bảng 5, [1].

Bảng 5. Thông số kỹ thuật Bent - LD trước và sau khi biến tính.

Độ trương nở (%V)		Độ ẩm (%)		Độ hấp thụ nước 24h (%)		pH	
Trước BT	Sau BT	Trước BT	Sau BT	Trước BT	Sau BT	Trước BT	Sau BT
525	1650	9,40	11,98	12,88	16,78	8,5-9,5	11,45

3.4. Nghiên cứu lựa chọn phụ gia thủy hoạt tính

Phụ gia thủy hoạt tính có thành phần chủ yếu là SiO_2 và Al_2O_3 vô định hình. Mục đích quan trọng nhất của nó trong VL TCTĐ là tham gia các phản ứng Puzolanic[8]: tác dụng với CaO tự do có trong clinke (hay $\text{Ca}(\text{OH})_2$): sản phẩm thủy phân các khoáng clinke XMP quá trình đóng rắn), tạo thành sản phẩm hydrat mới: $\text{CaO} + \text{SiO}_2 + n\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}, (\text{CSH})$; $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + m\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot (m+1)\text{H}_2\text{O}, (\text{CAH})$.

Các khoáng CSH và CAH bền vững, ít tan hơn $\text{Ca}(\text{OH})_2$, có tính bền nước, bền trong cả môi trường các muối khoáng, giảm nhiệt sinh ra do phản ứng hydrat hóa của XMP, hạn chế hiện tượng gây ứng suất nội làm nứt vỡ sản phẩm, những ảnh hưởng tích cực đó làm cho VL TCTĐ bền vững trong môi trường đất.

Trên cơ sở khảo sát 4 loại phụ gia thiên nhiên và nhân tạo: cao lanh hoạt hóa nhiệt (750°C , 3 giờ); tro bay; silicafum và pudôlan (Bảng 6), đã lựa chọn silicafum.

Bảng 6. Các thông số kỹ thuật phụ gia thủy hoạt tính.

Phụ gia	Hàm lượng oxyt (%)		Độ hút vôi (mgCaO/g)	Cường độ hoạt tính, (%)	Độ bền nước
	SiO_2	Al_2O_3			
Pudôlan	65,22	16,75	58,80	96,54	Không đạt
Cao lanh	70,32	23,56	97,80	97,60	Đạt
Tro bay	48,9	33,62	78,30	95,77	Không đạt
silicafum	96,30	0,26	236,50	151,52	Đạt

3.5. Ảnh hưởng phụ gia Bent. Na^+ và Sunphat nhôm

Bent. Na^+ có tính trương nở mạnh, khi sử dụng làm chặt các liên kết dẫn, do đó làm giảm điện trở tiếp xúc giữa các hạt VLC. Theo Watanabe [10] nó còn có khả năng duy trì hàm lượng nước, ngăn ngừa nứt gãy làm tăng điện trở suất và giảm tuổi thọ của sản phẩm. $\text{Al}_3(\text{SO}_4)_3$ hỗ trợ tất cả các ảnh hưởng của bent. Na^+ .

VL TCTĐ dùng tạo mẫu thử nghiệm có thành phần VLC (%KL): XC 72: 5; CPC: 20; graphit cầu: 35; graphit vẩy: 12. VLN (%KL): $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$: 2,5; CaCO_3 : 1,3; Silicafum: 2,0; bent. Na^+ : 2,0; clinke XMP: 21,0; $\text{Al}_3(\text{SO}_4)_3$: 0,2 % so clinke.

Bảng 7. Kết quả thử nghiệm xung nhiệt.

Thành phần bent. Na^+ , %	Đặc điểm mẫu sau thử nghiệm	Điện trở suất, $\rho(\Omega \cdot \text{cm})$	
		trước	sau
1,0	M1, M2 có vết nứt trên bề mặt	53	68
1,5	M1 không còn vết nứt, M2 số vết nứt giảm	55	62
2,0	M1, M2: Không thấy xuất hiện vết nứt	56	58
2,5	M1, M2: Không thấy xuất hiện vết nứt	58	61

Mẫu có vết nứt khi thành phần bent.Na⁺ 1,0-1,5%, khi đó ρ tăng đáng kể. Thành phần bent.Na⁺ sử dụng có ảnh hưởng tích cực: 2,0 – 2,5%.(Bảng 7)

3.6. Ảnh hưởng của clinke đến độ bền nén của VL TCTĐ

VLN chủ yếu là clinke XMP và các phụ gia, tác dụng của nó như đã nêu trên. Thành phần VLN và các VLC tạo mẫu TN được cố định như mục 3.5. Thành phần clinke thí nghiệm : 19 - 22%

Bảng 8. Ảnh hưởng của clinke XMP đến độ bền nén VL TCTĐ.

TT	Thành phần VLN			Lượng H ₂ O tiêu chuẩn	Độ bền nén, Mpa	
	Chất thêm VLN,%	Clinke (%)	Tổng VLN (%)		3 ngày	7 ngày
1	8	19	27	65	0,77	1,06
2	8	20	28	65	0,92	1,35
3	8	21	29	70	1,16	1,78
4	8	22	30	73	1,03	2,31
GEM			28-29	50	0,8	1,20

Tính chất cường độ đặc trưng bằng độ bền nén của vật liệu. Nó thể hiện liên kết bền chắc giữa các hạt cacbon - cacbon và cacbon - VLN, độ bền này chỉ đạt được với một tỷ lệ clinke thích hợp, tạo nên một khối vật liệu vững chắc khi sử dụng, tránh được nứt gãy, lỏng xốp, đảm bảo yêu cầu kỹ thuật, nâng cao tuổi thọ vật liệu. Thành phần clinke thích hợp nằm trong khoảng 20-21%

3.7. Ảnh hưởng của thời gian trộn nghiền VL TCTĐ

Thời gian trộn nghiền chế tạo VL TCTĐ được khảo sát qua thông số điện trở suất và thời gian đông kết của VL TCTĐ. Thành phần vật liệu nghiền cứu như mục 3.5.

Bảng 9. Ảnh hưởng thời gian trộn nghiền VL TCTĐ.

Thống số	Thời gian trộn nghiền (giờ)			
	9	10	11	12
Thời gian đông kết, phút	400	415	425	430
ρ, Ω.cm	4,27	3,92	3,75	3,68

Quá trình trộn nghiền: tạo phân bố đều giữa các cấu tử, gia tăng sự xâm lấn biên giới hạt giữa các hạt cacbon và các hạt VLN. Graphit có cấu trúc lớp, mềm, độ cứng hạt < 1 theo thang Mosh [11], nhỏ hơn các hạt trong XMP, chúng sẽ tạo lớp màng bao bọc các hạt xi măng. Khi hydrat hóa sự tiếp xúc với các phân tử nước của các hạt VLN sẽ bị cản trở và điều này đồng nghĩa với việc làm gia tăng thời gian đông kết của vật liệu, giúp quá trình VL điền đầy vào các khe hở của đất, mở rộng diện tích tiếp xúc giữa ĐCTĐ và môi trường đất xung quanh. Thời gian đông kết tăng khi tăng thời gian trộn nghiền.(Bảng 9). Mặt khác khi các hạt VLN bị bao bọc bởi lớp màng cacbon chúng vẫn là các phân tử dẫn điện, [1].

Thời gian trộn nghiền: 10-11 giờ, VL TCTĐ đạt được độ đồng nhất các nguyên liệu, thời gian đông kết 415-425 phút, và điện trở suất 3,92-3,75 Ω.cm.

3.8. Nghiên cứu chế tạo VL TCTĐ

Trên cơ sở kết quả nghiên cứu trên, đề tài chế tạo TN 13 mẫu VL TCTĐ (Bảng 10)

- Thành phần VLN cố định trong các TN, (%KL): CaSO₄.0,5H₂O 2,5; CaCO₃ 1,3; Silicafum 2,0; Bent.Na⁺ 2,0; Al₂(SO₄)₃: 0,2; Clinker XMP: 21,0

- Thành phần VLC lựa chọn trong khoảng, (%KL): XC 72: 3,5-5,0; CPC: 18-22; Graphit cầu: 35-40; Graphit vẩy: 8-12.

Bảng 10. Thành phần VLC sử dụng trong chế tạo VL TCTĐ.

Vật liệu	TN1	TN2	TN3	TN4	TN5	TN6	TN7	TN8	TN9	TN10	TN11	TN12	TN13
XC 72	4,0	3,5	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
CPC	22	22	18	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
G.cầu	35	35	35	35	35	35	35	35	36	37	38	39	40
G.vẩy	12	12	12	12	8	9	10	11	9	9	9	9	9
ρ, Ω.cm	9,03	9,72	7,29	7,45	7,06	7,26	7,30	7,64	5,61	4,50	3,70	5,08	5,35

- TN11, VL TCTĐ có điện trở suất nhỏ nhất, ρ = 3,70 Ω.cm ứng các thành phần VLC: XC 72: 5%; CPC: 20%; graphit vẩy: 9%; graphit cầu: 38% : được chọn làm vật liệu của đề tài - VGEM .

3.9. Xác định các thông số kỹ thuật của VGEM)

Bảng 11. Điện trở suất, Độ tan, pH, kim loại nặng, và khối lượng thể tích.

Thông số	ρ	Độ tan	pH	ρ _v	Kim loại nặng				
					Cu	Pb	Zn	Cd	AS
Đơn vị	Ω.cm	g/100gH ₂ O)	-	g/cm ³	mg/kg				
Kết quả	3,70	0,32	11,24	0,55	27,7 9	66,8 6	65,5 4	1,9 9	<0,0 1

Điện trở suất, độ tan nhỏ hơn GEM, các kim loại nặng nhỏ hơn loại đất dân sinh và đất nông nghiệp theo QCVN 03:2008/BTNMT: VGEM không gây ảnh hưởng môi trường đất và ô nhiễm nguồn nước ngầm.

Bảng 12. Lượng nước tiêu chuẩn, độ bền nén, thời gian đông kết, độ bền nước.

Thông số	Lượng nước TC	Độ bền nén			Thời gian đông kết		Độ bền nước
Đơn vị	%	Mpa			phút		
		3 ngày	7 ngày	28 ngày	Bắt đầu	Kết thúc	
VGEM	67	1,16	1,78	2,15	72	415	Đạt
GEM	50	0,80	1,20	1,71	65	395	Đạt

Thời gian đông kết, độ bền nén tại các thời điểm của VGEM cao hơn GEM.

3.10. Tốc độ ăn mòn ĐCTĐ

Bảng 13. Tốc độ ăn mòn các loại ĐCTĐ phương pháp mất khối lượng.

Vị trí thử nghiệm	Tốc độ ăn mòn các loại điện cực (mm/năm) . Thời gian 3 tháng				Phân loại ăn mòn đất
	Thép bọc đồng		Kẽm nhúng nóng		
	VGEM	GEM	VGEM	GEM	

Nghiên cứu khoa học công nghệ

Trạm mẫu Viện NĐMT	0,0231	0,0228	0,0251	0,0238	Trung bình
Kho K75 Củ Chi-TPHCM	0,0213	0,0191	0,0244	0,0202	Thấp

Tốc độ ăn mòn đối với các loại ĐCTĐ của VGEM và GEM tương đương.

3.11. Kết quả thử nghiệm xung sét

Bảng 14. Kết quả thử nghiệm dòng xung sét.

Tên chỉ tiêu	Kết quả thử nghiệm	
	VGEM	GEM
Điện trở ban đầu, Ω	21,2	19,3
Thử dòng điện xung 12 kA (8/20Ωs)	Mẫu không hư hỏng	Mẫu không hư hỏng
Điện trở sau thử dòng xung	21,2	17,0

Điện trở VGEM không đổi trước và sau khi chịu tải dòng xung 12 kA, GEM giảm từ 19,3 xuống 17 Ω. Nguyên nhân do hệ số nhiệt điện trở của khối và bột của graphit là âm, tức là điện trở giảm khi nung nóng. Điều này xảy ra do điện trở tinh thể graphit tăng khi tăng nhiệt độ, đồng thời sự tiếp xúc giữa các tinh thể cũng được cải thiện. Tổng hiệu ứng trong phần lớn trường hợp là giảm [11]. Như vậy GEM đã chịu tác động nhiệt, sinh ra do dòng xung, còn VGEM do khả năng điện tích tiếp xúc giữa các hạt cacbon lớn hơn nên hiệu ứng chưa xảy ra, (khối lượng hạt cacbon có kích thước nhỏ nhiều hơn trong GEM).

3.12. Kết quả thử nghiệm xung nhiệt

Bảng 15. Kết quả thử nghiệm xung nhiệt.

Vật liệu	Mẫu dạng khối rắn			Mẫu dạng bột	
	ρ trước TN (Ω.cm)	ρ sau TN, (Ω.cm)	Đặc điểm mẫu	ρ trước TN (Ω.cm)	ρ sau TN (Ω.cm)
VGEM	40	41	Mẫu không nứt, vỡ	3,7	3,8
GEM	36	37	Mẫu không nứt, vỡ	12,0	12,4

- Mẫu không bị vỡ, trên bề mặt không xuất hiện vết nứt.
- Điện trở suất gần như không thay đổi ở cả 2 dạng mẫu: Khối rắn và hỗn hợp bột: Mẫu bền và không thay đổi tính chất trong khoảng nhiệt độ thử nghiệm -10°C ÷ +60°C.

4. KẾT LUẬN

Đề tài đã khảo sát và lựa chọn VLC bao gồm 4 loại vật liệu cacbon: XC 72, CPC, graphit cầu, graphit vẩy, có kích thước hạt và điện trở suất phù hợp, phụ gia cho VLN: bent.Na⁺ có độ trương nở 1650%, độ hấp thụ nước 16,78%; silicafum có cường độ hoạt tính 151%. Đã xác định đơn phối trộn chế tạo VGEM (%KL): VLC: XC 72: 5%; CPC: 20%; graphit vẩy: 9%; graphit cầu: 38%; VLN: CaSO₄.0,5H₂O 2,5; CaCO₃ 1,3; Silicafum 2,0; Bent.Na⁺ 2,0; Al₂(SO₄)₃: 0,2; Clinker XMP: 21,0, với thời gian trộn nghiền 10-11 giờ. VGEM có điện trở suất 3,7 Ω.cm, bền nhiệt trong khoảng nhiệt độ -10°C ÷ +60°C, không thay đổi điện trở khi chịu tải dòng xung 12 kA. Các thông số kỹ thuật so sánh với GEM cho thấy VGEM hoàn toàn có thể thay thế vật liệu nhập ngoại trong công tác phòng chống sét công trình quốc phòng và dân dụng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Trần Đình Hiến, Phạm Hồng Thạch và cs, “N/c chế tạo vật liệu tăng cường tiếp đất ứng dụng trong quốc phòng và dân dụng”. B/c tổng kết đề tài Sở KH-CN TP.HCM, 2/2015. Mã số đề tài ANQP -12.2009
- [2]. TCQS/VN 960 : 2012, “Hệ thống chống sét kho đạn dược”.
- [3]. TCXDVN 46:2007, “Chống sét cho các công trình xây dựng”.
- [4]. TCN 68 - 135: 2001, “Chống sét bảo vệ cho các công trình viễn thông”.
- [5]. ERICO International Corporation, “Ground Enhancing Material”, USA 2008.
- [6]. Xinchang Thundereagle Technology Co.Ltd, “Earth improving compound”, LYJZ. 2001
- [7]. Technical Specification for Maharashtra State Electricity Distribution Co.Ltd, “Earth electrodes and earth enhancing materials”. 2010.
- [8]. Võ Đình Lương, “Hóa học và công nghệ sản xuất xi măng”, NXB KHKT, 2008.
- [9]. US 2002/6 495 511, “Process for treating bent and products”.
- [10]. US 1989/4861378, “Cement additive containing superplasticizer”.
- [11]. В.С. ВЛАДИСЛАВЛЕВ, А.Н. МАЛОВ. “СПРАВОЧНИК МЕТАЛЛИСТА”, ГОС. НАУЧ. ИЗД., МОСКВА, 1969
- [12]. Đỗ Quang Minh, “Kỹ thuật sản xuất vật liệu gốm sứ”, NXB ĐHQG TP.HCM, 2006.
- [13]. Cabot Corporation, “Typical application of Vulcan XC”. 2011.

ABSTRACT

RESEARCH ON GROUND ENHANCING MATERIALS MANUFACTURING

The article presents a summary our research contents of ground enhancing materials manufacturing for ground system (ground for lightning prevention, ground for protection...). The technical parameters of manufacturing materials are equal to imported products: low resistivity, in room temperature, $\rho = 3,7-4,5 \Omega.cm$; thermostable between temperature range of $-10^{\circ}C$ to $60^{\circ}C$; changeless resistivity as impact of pulse current 12kA; not pollute the soil and groundwater.

Keywords: Ground Enhancing Materials –GEM; Lightning protection materials.

Nhận bài ngày 15 tháng 7 năm 2015

Hoàn thiện ngày 15 tháng 8 năm 2015

Chấp nhận đăng ngày 05 tháng 9 năm 2015

Địa chỉ: Viện Nhiệt đới môi trường, 57A Trương Quốc Dung, P.10, Q. Phú Nhuận, Tp.HCM

*Email: tdhien1261@gmail.com.