

# КОМПОЗИЦІЙНИЙ МАТЕРІАЛ ДЛЯ СИСТЕМ АНТИКОРОЗІЙНОГО ЗАХИСТУ ІНЖЕНЕРНИХ МЕРЕЖ

*Собчук І. В.*

*магістр,*

*Черпаха Д. В.*

*аспірант,*

*Христич О. В.,*

*науковий керівник. к.т.н., доцент*

*Вінницький національний технічний університет*

Серед важливих проблем життєзабезпечення населених пунктів в теперішніх умовах загострюються проблеми з дотримання експлуатаційної придатності підземних інженерних комунікацій. Переважна більшість підземних трубопроводів потребують реалізації невідкладних інженерно-технологічних заходів для антикорозійного захисту металоконструкцій і відновлення працездатного стану елементів комунікаційних систем. Щорічні середньостатистичні втрати металу внаслідок корозії підземних споруд складають від 2 до 4 % від його початкової кількості з моменту експлуатаційного використання елементів інженерних систем [1, 2].

Для забезпечення належних умов експлуатації підземних інженерних мереж розроблені і використовуються системи заходів активного і пасивного захисту металоконструкцій від корозії. Серед різноманіття розроблених науковцями способів антикорозійного захисту металевих конструкцій найбільш ефективними і прогресивними є активні електрохімічні методи катодного і анодного захисту [2, 3].

Активний метод антикорозійного захисту передбачає створення захисного потенціалу трубопроводу відносно навколишнього середовища. Системи катодного антикорозійного захисту трубопроводів від корозії створюються шляхом катодної поляризації за допомогою струму

зовнішнього джерела. В утвореному електричному колі струм тече від позитивного полюса джерела струму через анод і ґрунт до трубопроводу, а з нього по кабелю повертається до негативного полюса. У результаті трубопровід, що є у схемі катодом буде захищеним від впливу корозійних процесів, а анодний заземлювач через протікання електрохімічних процесів поступово руйнується [2, 3].

Одним із складових елементів систем катодного і анодного захисту є електроди-заземлювачі, для виготовлення яких використовуються різні види сталей. Довговічність таких систем залежить в першу чергу від самої конструкції електроду і підземних експлуатаційних умов захисту. Анодне заземлення є одним з основних елементів катодної установки, від його параметрів залежить ефективність і надійність захисту від корозії. Електроди для анодних заземлювачів виготовляють зі сталі, чавуну, залізнокремнієвмісних сплавів або графіту. В середньому термін експлуатації електродів-заземлювачів дорівнює 7 - 10 років, після чого потрібно встановлювати нові, що також вимагає нових витрат металів [3].

Результатом регулювання компонентних складів сировинних сумішей бетонів для прогнозованих умов експлуатації стало отримання штучного матеріалу з широким діапазоном електротехнічних властивостей. Так, при використанні у якості заповнювача формувальних сумішей металевих порошків був отриманий бетон електропровідний металонасичений (бетел-м) [5-7]. Одним з різновидів струмопровідних композиційних матеріалів придатних до використання у складі системи катодного захисту підземних інженерних мереж можуть бути активні елементи виготовлені на основі технологічних параметрів для бетелу-м.

Струмопровідний композиційний матеріал отриманий з використанням традиційних мінеральних в'язучих – портландцементи і діелектричного (кварцовий пісок) та струмопровідного (порошки металевих шлаків) заповнювачів. Струмопровідний компонент

представляє собою дрібнодисперсний металевий порошок з середнім розміром частинок 0.02 мм у вигляді пластинчатих і лузгоподібних форм. Середнє значення показника істинної густини металевого порошку становить  $6760 \text{ кг/м}^3$ , а показник насипної густини складає  $1310 \text{ кг/м}^3$ .

Струмопровідний композиційний матеріал для виготовлення активних елементів систем катодного захисту можна розглядати як дрібнозернистий бетон з мікрозаповнювачем. Суміш металевого порошку і мінеральне в'язуче може розглядатись як єдине ціле – напівпровідникова паста. Активність мінерального в'язучого і зміна водопотреб формувального розчину залежатимуть від вмісту важкого наповнювача. Дрібнодисперсний порошок металів завдяки значним показникам питомої поверхні ( $S_{\text{тип}} = (0.5 \div 2) \times 10^3 \text{ м}^2 / \text{кг}$ ) і властивій йому високій гідрофільності буде призводити до збільшення водопотреб сировинної суміші [4, 5]. Матричну складову тіла виробів формує суміш в'язучого і металевого порошку, а взаєморозподілення струмопровідної паста і внутрішнє мікроущільнення структури регулюється діелектричним заповнювачем – кварцовий пісок.

Одним з основних експлуатаційних показників струмопровідних виробів з композиційного матеріалу для виготовлення активних елементів систем катодного захисту є його електротехнічні властивості. В результаті варіювання рецептурно-технологічних параметрів формувальних сумішей авторами в роботах [5-7] отримано вироби з широким спектром спеціальних властивостей. Аналізуючи результати, наведені в таблиці 1 цілком очевидними є твердження, що електричний опір збільшується по мірі втрати всередині структурної вологості матеріалу, при твердненні протягом 28 діб (завершення процесів гідратації в'язучого). Зростання значення електричного опору для зразків з малою концентрацією електропровідного наповнювача пояснюється тим, що після завершення гідратації клінкерних мінералів відбувається також перекристалізація

гельоподібних продуктів в з'єднання з більш вираженою кристалічною структурою [6-8].

Таблиця 1 – Результати дослідження електротехнічних властивостей виробів-моделей активних елементів систем антикорозійного захисту

Серії зразків	Режими тверднення зразків	Об'ємний вміст металевого заповнювача	Значення питомого електричного опору зразків через N діб після формування, Ом·см			
			N=7	N=14	N=28	після висушування
1	звичайні умови	0.20	10230	15212	17240	27500
2		0.30	3700	4350	7480	3880
3		0.40	745	610	540	230
4	пропарювання	0.20	10120	14900	15010	18300
5		0.30	2950	3870	5750	3250
6		0.40	450	520	660	195

Стабілізування електротехнічних властивостей зразків досягалось після завершення фізико-хімічних процесів гідратації в'язучого і формування мікроструктури матеріалу. Отримання сталих значень електричного опору зразків досягається вилученням хімічно незв'язаної і структурної води методом висушування. Наряду з можливістю регулювання електрофізичних властивостей отримано вироби з задовільними фізико-механічними характеристиками [7-9]. Результати дослідження фізико-механічних властивостей зразків композиційного матеріалу наведено в таблиці 2.

Відповідно до отриманих результатів, максимальні значення електрофізичних характеристик притаманні виробам з показниками об'ємної концентрації провідної фази 0,40. Разом з тим враховуючи вимоги механічних навантажень для виробів-моделей активних елементів систем катодного захисту цілком очевидним є достатність отриманих показників

Таблиця 2 – Результати фізико-механічних досліджень зразків композиційного матеріалу

Назва показників	Режими тверднення	Значення показників для вмісту металевого заповнювача		
		0.20	0.30	0.40
Міцність зразків при стисненні, МПа	звичайні умови	29	24	14
	пропарювання	36	26	18,5
Водопоглинення виробів (пресовані суміші) за масою, %	звичайні умови	3.8	4.4	5.2
	пропарювання	3.0	3.6	4.4

міцності при стиску. Показники експлуатаційної придатності виробів з металонасиченого композиційного матеріалу залежать від вмісту провідникового компоненту. Використання в якості струмопровідного заповнювача стандартних металевих порошків, отриманих шляхом переробки металобрухту не завжди економічно доцільно. Очевидно, що перевага буде віддаватись металевим шламам, які є відходами виробництва металообробних виробництв. Технологія виготовлення струмопровідних виробів в процесі рециклінгу металевих порошків – шламів металообробних виробництв призводить до скорочення вартості активних елементів в системах антикорозійного захисту в середньому на 46 – 54 % порівняно з їхніми аналогами з металопрокату або вуглецевих композиційних матеріалів. Переробка відходів металообробних виробництв вирішує важливі екологічні проблеми.

### **Висновки**

В результаті проведених досліджень зразків спеціальних бетонів підтверджено можливість використання струмопровідного композиційного матеріалу для виготовлення активних елементів систем катодного захисту

підземних міських інженерних мереж від корозії. Варіювання рецептурно-технологічних параметрів виготовлення струмопровідних виробів дозволяє отримати зразки-моделі для систем катодного захисту з регламентованими характеристиками. В подальшому планується дослідити вплив хімічних добавок для отримання струмопровідного матеріалу з прогнозованими показниками довговічності експлуатації систем антикорозійного захисту.

*Список джерел:*

1. Похмурський В. І. Розвиток досліджень у галузі корозії матеріалів в Україні // Українська асоціація корозіоністів, ФМІ ім. Г.В. Карпенко НАН України. – Львів: ТзОВ «Простір-М», 2010. – 44 с.
2. Мустафин Ф. М., Кузнецов М. В., Васильев Г. Г. Защита трубопроводов от коррозии : учеб. пособ. Том 1 // СПб. : Недра, 2005. – 620 с.
3. Ратушняк Г. С., Ободянська О. І. Управління змістом проектів із забезпечення надійності зовнішніх газорозподільних мереж : монографія // Вінниця, 2014. – 128 с. – ISBN 978-966-641-582-3.
4. Лемешев М. С., Березюк О. В., Христич О. В. Технологічні особливості формування електротехнічних властивостей електропровідних бетонів // Мир науки и инноваций. – Иваново: Научный мир, 2015. – Выпуск 1 (1). Том 10. География. Геология. Искусствоведение, архитектура и строительство. – С. 74-78.
5. Лемешев М. С. Формування структури електропровідного бетону під впливом електричного струму // Сучасні технології, матеріали і конструкції у будівництві: Науково-технічний збірник. – Вінниця: УНІВЕРСУМ, 2006. –С. 36-41.
6. Сердюк В. Р., Лемешев М. С., Христич О. В. Формування структури анодних заземлювачів з бетелу-м для систем катодного захисту // Науково-технічний збірник. Будівельні матеріали, вироби та санітарна техніка, 2010, Випуск 35. – С. 99-104.
7. Лемешев М. С., Христич О. В. Покриття із бетелу-м для боротьби з зарядами статичної електрики // Науково-технічний збірник. Сучасні технології, матеріали і конструкції у будівництві. – Вінниця: УНІВЕРСУМ – Вінниця, 2009. – С. 29-31.
8. Христич О. В., Лемешев М. С. Формування мікроструктури бетонів для захисту від іонізуючого випромінювання // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 1998. – № 2. – С. 18 – 23.
9. Сердюк В. Р., Лемешев М. С., Христич О. В. Технологічні особливості формування металонасичених бетонів для виготовлення радіозахисних екранів // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. – 2007. – № 4. – С. 58-65.