

## **ЕЛЕКТРОПРОВІДНИЙ БЕТОН ОДНА ІЗ СКЛАДОВИХ АКТИВНОГО МЕТОДУ ЗАХИСТУ ПІДЗЕМНИХ ІНЖЕНЕРНИХ МЕРЕЖ**

*Вінницький національний технічний університет, Вінниця, Хмельницьке шосе 95, 21021*

*Vinnitsia National Technical University, Vinnitsia, Khmelnytskyj highway 95, 21021*

**Загоруйко В. В.**

**Науковий керівник к.т.н, доц. Лемешев М. С.**

***Анотація.** В результаті проведеного аналітичного огляду запропоновано виготовляти електроди для системи активного захисту із електропровідного бетону. Формування електропровідних виробів бажано виконувати комплексним методом із застосуванням силового і електромагнітного впливу, що забезпечить покращення фізико-механічних і електрофізичних властивостей анодних заземлювачів.*

***Ключові слова:** електропровідний бетон; катодний захист.*

### **Вступ**

В останні роки велика увага приділяється вивченню електротехнічних властивостей бетону. Цей інтерес викликаний тим, що такий новий напрямок досліджень відкриває великі перспективи в будівництві, електротехніці і інших галузях народного господарства.

### **Основна частина**

Сьогодні для України проблема енерго та ресурсозбереження в усіх галузях економіки стає особливо актуальною. Середньостатистичні втрати металу внаслідок корозії підземних інженерних мереж і комунікацій за рік складають від 2 до 4 % [1-2].

Серед різномаяття розроблених науковцями способів антикорозійного захисту підземних металевих споруд найбільш ефективними і прогресивними є активні електрохімічні методи захисту.

Одним із складових елементів систем катодного і анодного захисту є електроди-заземлювачі, для виготовлення яких використовуються різні види металів і сплавів. Довговічність таких систем залежить в першу чергу від конструкції самого електроду і експлуатаційних умов їх використання. В середньому термін експлуатації електродів-заземлювачів дорівнює 7 - 10 років, після чого потрібна їх заміна, що приводить до даткових витрат на експлуатацію підземних мереж [3-4].

В роботах [4-5] автори запропонували використовувати залізобетонні конструкції у якості заземлювача. У ряді випадків здатність бетону проводити електричний струм намагаються використовувати для влаштування заземлення деяких будівельних конструкцій. Але це можливо лише в тому випадку, якщо бетон буде стабільним провідником струму. Проте при сезонних коливаннях температури і вологості, електричний опір бетону

змінюється. Пояснюється це тим, що він володіє іонним характером провідності [6]. При насиченні бетону водою відбувається перехід легкорозчинних компонентів цементного каменя в рідку фазу і він стає напівпровідником з низьким питомим електричним опором. Висушування ж бетону приводить до зростання його опору до  $10^{11}$  Ом·см. Таким чином, звичайний бетон не можна розглядати як електротехнічний матеріал через велику нестабільність його властивостей.

Розроблений у Вінницькому національному технічному університеті бетон електротехнічний металонасичений (бетел-м) є одним із різновидів спеціальних бетонів, які можуть використовуватись як альтернатива існуючим струмопровідним виробам. Електротехнічні властивості бетелу-м забезпечує використання струмопровідного наповнювача металевого шламу (відходи металообробки), отриманий при цьому новий композиційний матеріал набуває широкого спектру електрофізичних і фізико-механічних властивостей., що відображено в роботах [7-10]. Такі властивості бетелу-м є передумовою можливого використання його як альтернативного активного струмопровідного елемента в системах антикорозійного захисту підземних інженерних мереж.

Дослідженнями встановлено, що з бетелу-м можуть виготовлятися вироби з широким діапазоном електричних і механічних характеристик [7-10]. В таблиці 1 приведено електромеханічні характеристики бетелу-м.

**Таблиця 1**

**Електромеханічні характеристики бетелу-м**

№ п/п	Електромеханічні характеристики	Значення
1	Питомий електричний опір, Ом·см	$10 - 10^4$
2	Міцність на стиск, МПа	5,5 – 35
3	Міцність на згин, МПа	2,0 – 3,5
4	Щільність, г/см <sup>3</sup>	1,7 – 2,8
5	Допустима щільність струму, А/см <sup>2</sup>	10 – 0,1
6	Робочий діапазон температур, °С	від – 40 до + 150
7	Робоча температура перегріву, °С	+150
8	Допустима швидкість перегріву, С/сек	200

На сьогодні розроблено такі основні способи формування виробів із бетелу-м, як статичне пресування і пресування сухих сумішей з послідуочим зволоженням. Основною метою використання таких технологій є силові впливи на бетонну суміш під час формування електротехнічних виробів. В результаті чого забезпечується наближення частинок дрібнодисперсного електропровідного наповнювача на відстань меншу 30 Å, що забезпечує вільне протікання електронів в структурі матеріалу. Така умова необхідна для створення виробів із стабільними електричними показниками [11].

В роботах [12-13] автори досліджували спрямований вплив електромагнітного поля на сировинну суміш в процесі її виготовлення. Експериментально було доведено, що електричний струм діє не тільки на металевий наповнювач бетелу-м, але й на цементну зв'язку. Ступінь впливу залежить від параметрів самої суміші - концентрації струмопровідної фази, пластичності суміші, а також від характеру електричного струму, що протікає через незатверділу суміш, і його величину.

Найбільший ефект від дії електричного струму на зразки незатверділої суміші бетелу-м спостерігається при малих концентраціях провідної фази, особливо при значеннях менших критичної межі  $b_{кр} = 32 \% \text{ мас}$  [13]. При  $b_u > 32 \% \text{ мас}$  дія електричного струму на етапі формування бетелових виробів практично не впливає на їх кінцеві властивості.

### **Висновки.**

В результаті проведених досліджень можна стверджувати, що електротехнічний бетон може використовуватись для виготовлення електропровідних елементів (анодних заземлювачів) систем антикорозійного катодного захисту підземних інженерних мереж.

Формування електропровідних виробів бажано виконувати комплексним методом із застосуванням силового і електромагнітного впливу, що забезпечить покращення фізико-механічних і електрофізичних властивостей анодних заземлювачів.

### **Література:**

1. Сурис М.А. Защита трубопроводов тепловых сетей от наружной коррозии / М.А. Сурис, В.М. Липовских. –М.: Энергоатомиздат, 2003. –216 с.
2. Экилик Г. Н. Электрохимические методы защиты металлов / Г. Н. Экилик. – Ростов-на Дону, 2004. – 52 с.
3. Сердюк В.Р. Бетон электропроводный металлонасыщенный. Винница: Континент, 1993, - 239с.
4. Сердюк В. Р. Золоцементне в'яжуче для виготовлення ніздрюватих бетонів / В.Р. Сердюк, М. С. Лемешев, О.В. Христин // Сучасні технології матеріали і конструкції в будівництві. Науково-технічний збірник. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця. – 2011. – №1(10). – С. 57-61.
5. Сердюк В.Р. Строительные материалы и изделия для защиты от электромагнитного излучения радиочастотного диапазона / В.Р. Сердюк, М.С. Лемешев // Строительные материалы и изделия. – 2005. – №4. – С. 8-12.
6. Лемешев М. С. Антистатичні покриття із електропровідного бетону / М. С. Лемешев, О. В. Березюк // Сучасні технології, матеріали і конструкції у будівництві. – 2017. – № 2. – С. 26-30.
7. Христин О.В. Формування мікроструктури бетонів для захисту від іонізуючого випромінювання / О.В. Христин, М. С. Лемешев // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 1998. – № 2. – С. 18 – 23.
8. Сердюк, В.Р. Технологічні особливості формування металонасичених бетонів для виготовлення радіозахисних екранів / В.Р. Сердюк, М.С. Лемешев, О.В. Христин // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. – 2007. – № 4. – С. 58-65.
9. Лемешев М.С. Технологічні особливості формування електротехнічних властивостей електропровідних бетонів / М.С. Лемешев., О.В. Березюк., О.В. Христин // Мир науки и инноваций. – Иваново: Научный мир, 2015. – Выпуск 1 (1). Том 10. География. Геология. Искусствоведение, архитектура и строительство. – С. 74-78.
10. Сердюк В.Р. Фізико-хімічні особливості формування структури електропровідних бетонів / В. Р. Сердюк, М. С. Лемешев, О.В. Христин // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 1997. – № 2. – С. 5 – 9.
11. Лемешев М. С. Будівельні матеріали для захисту від електромагнітного випромінювання / М. С. Лемешев, О. В. Березюк // Науковий журнал „Вісник Сумського національного аграрного університету”. Серія "Будівництво". – Суми : СумНАУ. 2014. – Вип. 8(18). – С. 130–145.
12. Сердюк В. Р., Лемешев М.С. Радіопоглинаючі покриття з бетелу-м // Збірник наукових статей “Ресурсоєкономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди”. Рівне, 2005. – Випуск № 12. – С. 62 - 68.
13. Лемешев М. С. Формування структури електропровідного бетону під впливом електричного струму / М. С. Лемешев // Науково-технічний збірник. Сучасні технології, матеріали і конструкції у будівництві – Вінниця: УНІВЕРСУМ – Вінниця, 2006. – С. 36-41.