

## ВИГОТОВЛЕННЯ ЕЛЕКТРОДІВ ДЛЯ СИСТЕМИ КАТОДНОГО ЗАХИСТУ ІЗ ЕЛЕКТРОПРОВІДНОГО БЕТОНУ

Вінницький національний технічний університет

### *Анотація*

*В результаті проведеного аналітичного огляду запропоновано виготовляти електроди для системи катодного захисту з електропровідного бетону.*

*Ключові слова: електропровідний бетон; катодний захист.*

### *Abstract*

*As a result of the conducted analytical review, it is proposed to produce electrodes for the cathode protection system of conductive concrete.*

*Key words: electroconductive concrete; cathodic protection.*

### **Вступ**

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

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].

### **Результати дослідження**

Серед різноманітних 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 потрібно встановлювати нові, що також вимагає додаткових витрат на експлуатацію підземних мереж [3-4].

В роботах [5-6] 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 звичайного бетону міняється на 6-8 порядків. Пояснюється це тим, що він володіє іонним характером провідності [7]. При насиченні бетону водою відбувається перехід легкорозчинних компонентів цементного каменя в рідку фазу і він стає напівпровідником з низьким питомим електричним опором  $10^3$  Ом·см. Висушування ж бетону приводить до зростання його опору до  $10^{11}$  Ом·см [8]. Таким чином, звичайний бетон не можна розглядати і використовувати як електротехнічний матеріал через велику нестабільність його електропровідних і ізоляційних 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 [9]. Такі властивості бетелу-м і 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 [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 <sup>4</sup>
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 послідовним 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 [12-14] 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  $\beta_{кр} = 32$  % мас [15-16]. При  $\beta_y > 32$  % мас дія електричного струму на етапі формування бетелових виробів практично не впливає на їх кінцеві властивості.

**Висновки**

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

Формування електропровідних виробів з комплексним застосуванням силових і електромагнітного впливів забезпечує покращення фізико-механічних і електрофізичних властивостей елементів анодних заземлювачів.

**СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ**

1. Сурис М.А. Защита трубопроводов тепловых сетей от наружной коррозии / М.А. Сурис, В.М. Липовских. –М.: Энергоатомиздат, 2003. –216 с.
2. Лемешев М.С. Электропроводные бетоны для антикоррозийного захисту підземних інженерних мереж / М.С. Лемешев // Тези доповідей науково-технічної конференції “Індивідуальний житловий будинок”. – Вінниця: ВДТУ. – 1996. – С. 31.

3. Лемешев М.С. Покриття із бетелу-м для боротьби з зарядами статичної електрики / М.С. Лемешев, О.В. Христин // Сучасні технології, матеріали і конструкції у будівництві: Науково-технічний збірник. – Вінниця: УНІВЕРСУМ, 2009. – С. 29-31
4. Сердюк В. Р. Радіопоглинаючі покриття з бетелу-м / В.Р. Сердюк, М.С. Лемешев // Збірник наукових статей “Ресурсоєкономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди”. Рівне, 2005. – Випуск № 12. – С. 62-68.
5. Лемешев М.С. Электротехнические материалы для защиты от электромагнитного загрязнения окружающей среды / М.С. Лемешев, А.В. Христин // Инновационное развитие территорий : Материалы 4-й Междунар. науч.-практ. конф. (26 февраля 2016 г.). – Череповец : ЧГУ, 2016. – С. 78-83.
6. Сердюк, В. Р. Об'ємна гідрофобізація важких бетонів / В. Р. Сердюк, М. С. Лемешев // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. – 2009. – № 2. – С. 40-43.
7. Лемешев М.С. Активний метод захисту підземних металевих споруд від електричної корозії / М.С. Лемешев // Матеріали доповідей II Республіканської науково-технічної конференції “Індивідуальний житловий будинок”. – Вінниця: Континент, 1998. – С.121 – 124.
8. Сердюк, В. Р. Формування структури анодних заземлювачів з бетелу-м для систем катодного захисту / В. Р. Сердюк, М. С. Лемешев, О.В. Христин // Науково-технічний збірник. Будівельні матеріали, виробы та санітарна техніка, 2010, Випуск 35. – С. 99-104.
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. – Випуск 1 (1). Том 10. География. Геология. Искусствоведение, архитектура и строительство. – С. 74-78.
10. Лемешев М. С. Теоретичні передумови підвищення довговічності електропровідних бетонів / М. С. Лемешев, О. В. Березюк // Тези доповідей II-ої міжнародної інтернет-конференції “Проблеми довговічності матеріалів, покриттів та конструкцій”, 12 листопада 2014 року : збірник наукових праць. Ч. 1. – Вінниця : ВНТУ, 2014. – С. 21.
11. Сердюк В.Р. Технологические приемы повышения радиопоглощающих свойств изделий из бетела-м / В.Р.Сердюк М.С. Лемешев // Строительные материалы и изделия. – 2005. – №5. – С. 2 – 6.
12. Лемешев М.С. Теоретические предпосылки создания радиопоглощающего бетона бетела-м / М. С. Лемешев // Вісник Донбаської державної академії будівництва і архітектури. – Макіївка: ДДАБА. – 2005. –№1. – С. 60-64.
13. Сердюк В.Р. Радіозахисні покриття варіатропної структури із бетелу-м / В.Р. Сердюк, М.С. Лемешев // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. – 2008. – № 5. – С. 37-40.
14. Лемешев М.С. Формування структури електропровідного бетону під впливом електричного струму / М.С. Лемешев // Сучасні технології, матеріали і конструкції у будівництві: Науково-технічний збірник. – Вінниця: УНІВЕРСУМ – Вінниця, – 2006. – С. 36-41
15. Лемешев М.С. Формування структури бетелу-м в процесі твердіння під впливом змінного електричного струму / М. С. Лемешев // Матеріали доповідей II Республіканської науково-технічної конференції “Індивідуальний житловий будинок”. –Вінниця: Континент, 1998. – С.116-120.
16. Лемешев М. С. Електротехнічний бетон для виготовлення анодних заземлювачів [Електронний ресурс] / М. С. Лемешев, О. В. Березюк // Інтелектуальний потенціал XXI століття '2017 : матеріали міжнародної науково-практичної Інтернет-конференції, 14-21 листопада 2017 р. – Одеса : SWorld, 2017. – 5 с. – Режим доступу : <http://www.sworld.education/index.php/ru/arts-architecture-and-construction-u7-317/modern-construction-technologies-u7-317/29688>.

**Зузяк Світлана Юрївна** – студентка групи БМ-15, факультету будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця., e-mail: [svetazuzyak1997@ukr.net](mailto:svetazuzyak1997@ukr.net)

**Лемешев Михайло Степанович** – к.т.н., доцент кафедри безпеки життєдіяльності та педагогіки безпеки Вінницького національного технічного університету, Вінниця, e-mail: [mlemeshev@i.ua](mailto:mlemeshev@i.ua).

**Zuzyak Svetlana** - student of group BM-15, faculty construction of thermal power and gas, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [svetazuzyak1997@ukr.net](mailto:svetazuzyak1997@ukr.net)

**ikhail Lemeshev** – Cand. Sc. (Eng), Associate Professor, Associate Professor of the Chair of Life Safety and Safety Pedagogics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [mlemeshev@i.ua](mailto:mlemeshev@i.ua).