

МЕТАЛОНАПОВНЕНИЙ БЕТОН ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ СИСТЕМ АНТИКОРОЗІЙНОГО ЗАХИСТУ

Черпаха Д. В., Лемешев М. С.

Вінницький національний технічний університет

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 % [1-4].

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 потрібно встановлювати нові, що також вимагає додаткових витрат на експлуатацію підземних мереж [5-6].

В роботах [7-8] автори запропонували використовувати залізобетоні 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 [9]. 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 [10]. 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, які приведені авторами в роботах [6, 9, 11, 12]. 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 електропровідного бетону можуть виготовлятися вироби з широким діапазоном електричних і механічних характеристик, які приведені авторами в роботах [6, 9, 11-14]. В таблиці 1 приведено електромеханічні характеристики бетелу-м.

Таблиця 1–Електромеханічні характеристики електропровідного бетону

№ п/п	Електромеханічні характеристики	Значення
1	Питомий електричний опір, Ом·см	10 – 104
2	Міцність на стиск, МПа	5,5 – 35
3	Міцність на згин, МПа	2,0 – 3,5
4	Щільність, г/см ³	1,7 – 2,8
5	Допустима щільність струму, А/см ²	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 \AA , що забезпечує вільне протікання електронів в структурі матеріалу. Така умова необхідна для створення виробів із стабільними електричними показниками.

В роботах [9, 15] автор досліджував 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 $b_{кр} = 32 \text{ \% мас}$. При $b > 32 \text{ \% мас}$ дія електричного струму на етапі формування бетелових виробів практично не впливає на їх кінцеві властивості.

В ході досліджень встановлено, що постійний і перемінний електричний струм діють по різному на електропровідний композиційний матеріал. При протіканні через зразок металонасиченої суміші перемінного струму електричний опір зменшується в 2-3 рази в порівнянні із аналогічними зразками які оброблялися постійним струмом. Перемінний струм більш суттєво впливає на упорядкування електропровідної структури по мірі підвищення напруги.

Висновки

В результаті проведених аналітичних досліджень встановлено, що металонаповнений бетон може використовуватись для виготовлення електропровідних елементів систем антикорозійного захисту підземних інженерних мереж.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Boiko, T., et al. Theoretical foundations of engineering. Tasks and problems. Vol. 3. International Science Group, 2021.
2. Demchyna, B., L. Vozniuk, and M. Surmai. "Scientific foundations of solving engineering tasks and problems." (2021).

3. Kalafat, K., L. Vakhitova, and V. Drizhd. "Technical research and development." International Science Group. – Boston : Primedia eLaunch, 616 p. (2021).

4. Лемешев М. С. Дрібнозернистий бетон з модифікованим заповнювачем техногенного походження / М. С. Лемешев, О. В. Христинч, О. В. Березюк // Materiały XI Międzynarodowej naukowipraktycznej konferencji «Naukowa przestrzeń Europy – 2015». – Przemysł (Poland): Nauka i studia, 2015. – Volume 23. Ekologia. Geografia i geologia. Budownictwo i architektura. Chemia i chemiczne technologie. – S. 56-58.

5. Зузяк, С. Ю. Виготовлення електродів для системи катодного захисту із електропровідного бетону. ВНТУ, 2018.

6. Вишневикий, А. В. Использование металлических отходов в композиционных электропроводных бетонах. Тюменский индустриальный университет, 2011.

7. Hnes, L., S. Kunytskyi, and S. Medvid. "Theoretical aspects of modern engineering." International Science Group: 356 p. (2020).

8. Лемешев, М. С., and О. В. Березюк. "Електротехнічний бетон для виготовлення анодних заземлювачів." Інтелектуальний потенціал ХХІ століття'2017: матеріали міжнародної науково-практичної Інтернет-конференції, 14-21 листопада 2017 р: 6. (2017).

9. Лемешев, М. С. "Антистатичні покриття із бетелу-м." Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві: 217-223. (2004).

10. Sokolovskaya, O. "Scientific foundations of modern engineering/Sokolovskaya O., Ovsiannykova L. Stetsiuk V., etc–International Science Group." Boston: Primedia eLaunch 528 (2020).

11. Стаднійчук, М. Електропровідні бетони для захисту від статичної електрики. ВНТУ, 2019.

12. Іванов, О. А., Композиційний жаростійкий бетон з використанням відходів виробництва. Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України, 2021

13. Гончар, С. В. "Комплексное использование техногенных отходов промышленности для изготовления строительных изделий." Алтайский государственный аграрный университет, 2011.

14. Палагнюк, С. В. Композиционные материалы полифункционального назначения. Тюменский индустриальный университет, 2012.

15. Лемешев, М. С. "Електропровідні бетони для захисту від статичної електрики." Перспективні досягнення сучасних вчених: матеріали наукового симпозіуму, 19-20 вересня 2017 р. (2017).