

ЕЛЕКТРОПРОВІДНІ БЕТОНИ ДЛЯ ЗАХИСТУ ВІД СТАТИЧНОЇ ЕЛЕКТРИКИ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В результаті проведеного аналітичного огляду запропоновано виготовляти антистатичне покриття з електропровідного бетону.

Ключові слова: електротехнічний бетон; антистатичне покриття; електропровідний наповнювач.

Abstract

As a result of the conducted analytical review, it is proposed to make an antistatic coating of conductive concrete.

Keywords: electrotechnical concrete; antistatic coating; conductive filler.

Вступ.

Проблема боротьби із накопиченням електростатичного заряду актуальна для багатьох галузей промисловості, в яких мають місце процеси роздрібнення, переливання, тертя, розпилення, стиск або взагалі порушення контакту між тілами.

Статична електрика в наш час перетворилася в недолік ряду галузей виробництва і приносить великі збитки народному господарству. Зокрема, часто є причиною вибухів і пожеж, забруднення і браку продукції [1]. Електростатичний заряд накопичується не тільки на устаткуванні і матеріалах, але і на людях.

Найбільш ефективним активним засобом захисту в небезпечних приміщеннях є влаштування електропровідних підлог, виготовлених із доступних недорогих матеріалів. Таким матеріалом може бути бетел-м (бетон електропровідний металонасичений), який використовується в даний час для виготовлення низькотемпературних електронагрівачів, радіозахисних покриттів [2- 4].

Антистатичні промислові підлоги – це покриття, створені для захисту людей і надчутливої електронної апаратури від впливу електростатики. При використанні електропровідного бетону в якості спеціального покриття на поверхні антистатичної підлоги не накопичується електростатичний заряд.

Такі підлоги необхідні в офісних приміщеннях з великою кількістю комп'ютерів, місцях накопичення вибухонебезпечної пилу, складах вибухо- і пожежонебезпечних речовин, на хімічних і фармацевтичних підприємствах, в медичних центрах, в цехах складання приладів технічного контролю.

Основна частина

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 струмопровідний наповнювач - металевий шлам сталі ШХ-15. Дисперсний шлам сталі ШХ-15 є відходом шарикопідшипникового виробництва. Металевий порошок сталі ШХ-15 має ряд особливостей у порівнянні з порошками, отриманими за допомогою інших технологій. У процесі шліфування (абразивного стирання) при високих температурах відбувається процес окислення металу, який в практичній діяльності отримав назву оксидування [5]. На поверхні частинок сталі утворюється три шари, які складаються із закису заліза (FeO), магнетиту (Fe₃O₄) і гематиту (Fe₂O₃) [6].

В роботах [2, 6] автори встановили, що для використання струмопровідного наповнювача в бетелях необхідно враховувати наступні основні вимоги: провідниковий наповнювач повинен бути

дисперсним і володіти заданими параметрами струмопровідності; його механічні властивості повинні задовольняти експлуатаційним характеристикам виготовленого композиційного матеріалу; провідниковий компонент не повинен піддаватись корозійним впливам і призводити до старіння самого бетону; можливі хімічні взаємодії із складовими компонентами суміші не повинні призводити до прояву нових якісних змін елементів структури і втрати провідникової здатності системи в цілому [2].

Також для використання мілкодисперсного електропровідного наповнювача необхідно враховувати критичні значення об'ємної концентрації провідної фази, різні для кожного її виду, в області яких незначна зміна концентрації (ϕ) різко змінює опір електропровідної композиції. Це пояснюється тим, що тонкодисперсні електропровідні матеріали (в даному випадку наповнювачі для бетелів) при вільному методі укладання здатні до агрегації. Таке явище властиве майже всім порошковим матеріалам і визначається їх поверхневими властивостями [7]. Тому агрегація дрібнодисперсних електропровідних частинок може суттєво впливати на електропровідність композиції. При концентрації електропровідного компонента, нижче від критичної межі, агрегація приводить до значного зменшення кількості завершених провідних ланцюжків. При цьому число частинок, що не беруть участь в електропровідності збільшується і система стає слабопровідною.

Авторами в роботах [8-10] встановлено, що протікання електричного струму через незатверділу бетелову суміш призводить до руйнування агрегатів, а отже сприяє утворенню додаткових електропровідних ланцюжків і збільшенню відносного відсотка частинок, що беруть участь в електропровідності [6]. Найбільший ефект від дії електричного струму на зразки незатверділої суміші бетелу-м спостерігається при малих концентраціях провідної фази, особливо при значеннях менших критичної межі $\phi_{кр} = 32\%$ мас. При $\phi > 40\%$ мас дія електричного струму на етапі формування бетелових виробів практично не впливає на їх кінцеві властивості [5].

В результаті проведеного аналітичного огляду, встановлено, що з бетелу-м можуть виготовлятися вироби з широким діапазоном електричних і механічних характеристик. В таблиці 1 приведені електромеханічні характеристики бетелу-м [2, 5, 7].

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 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

Для виготовлення елементів антистатичного покриття зі стабільними електромеханічними параметрами необхідно використовувати такі основні способи формування виробів із бетелу-м, як статичне пресування і пресування сухих сумішей з послідовним зволоженням. Основною метою використання таких технологій є силовий вплив 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.

Висновки

Для боротьби з зарядами статичної електрики можуть бути використані покриття із електропровідного бетону, технологія виготовлення яких досить проста і не потребує дорогих матеріалів і спеціального устаткування. В якості електропровідного компонента можна використовувати металевий шлам сталі ШХ-15.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Максимов Б. К. Статическое электричество в промышленности и защита от него /Максимов Б.К., Обух А.А. – М., Энергия, 1989. – 80 с.
2. Сердюк В.Р. Бетон электропроводный металлонасыщенный / Сердюк В.Р. – Винница: Континент, 1993. – 239 с.
3. 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.
4. Сердюк В.Р. Фізико-хімічні особливості формування структури електропровідних бетонів / В.Р. Сердюк, М.С Лемешев, О.В. Христич // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 1997. – № 2. – С. 5 – 9.
5. Христич О.В. Формування мікроструктури бетонів для захисту від іонізуючого випромінювання / О.В. Христич, М.С Лемешев // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 1998. – № 2. – С. 18 – 23.
6. Лемешев М.С. Покриття із бетелу-м для боротьби з зарядами статичної електрики / М.С. Лемешев, О.В. Христич // Сучасні технології, матеріали і конструкції у будівництві: Науково-технічний збірник. – Вінниця: УНІВЕРСУМ, 2009. – С. 29-31
7. 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, 2006. –С. 36-41.
8. Сердюк, В. Р. Формування структури анодних заземлювачів з бетелу-м для систем катодного захисту / В. Р. Сердюк, М. С. Лемешев, О.В. Христич // Науково-технічний збірник. Будівельні матеріали, виробы та санітарна техніка, 2010, Випуск 35. – С. 99-104.
9. 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.
10. Лемешев М. С. Металлонасыщенные бетоны для защиты от электромагнитного излучения / М. С. Лемешев // Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури – Одеса: Зовнішрекламсервіс. – 2013. - №3

Стаднійчук Максим Юрійович - студент групи Б-15, факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: b15.stadnychuk@gmail.com

Лемешев Михайло Степанович – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри безпеки життєдіяльності та педагогіки безпеки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: mlemeshev@i.ua

Stadnychuk Maksim Yuriyovych - student group B-15, faculty of construction, heat and power supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsya, e-mail: b15.stadnychuk@gmail.com

Mikhail Stepanovych Lemyshev - Cand. Sc. (Eng), Associate Professor, Associate Professor of the Chair Security of Life and Safety Pedagogic, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: mlemeshev@i.ua