

Цапко Ю.В., Ломага В.В., Бондаренко О.П., Цапко А.Ю. ИССЛЕДОВАНИЯ ОТДЕЛЬНЫХ АСПЕКТОВ ОГНЕЗАЩИТЫ ДРЕВЕСИНЫ СПУЧИВАЮЩИМСЯ ЛАКОМ. Определена эффективность применения вспучивающегося лака для огнезащиты древесины. Для этого были проведены исследования по определению механизма защиты по показателям скорости термодеструкции и образования летучих горючих газов. При длительном действии высокой температуры покрытие обеспечивает соответствующую устойчивость древесины термическому разложению, а именно низкую потерю массы и незначительную динамику нарастания температуры дымовых газов при испытаниях. Проведенные исследования с помощью термогравиметрии и газовой хроматографии свидетельствуют, что механизм огнезащитной эффективности направлен в сторону образования на поверхности коксового слоя. Наличие защитного лака на поверхности древесины при термическом действии меняет процесс термодеструкции, уменьшает количество горючих газов, которые флегматизируются большим количеством азота и диоксида углерода, что соответственно подтверждается результатами определения группы горючести.

Ключевые слова: огнестойкость, покрытия, вспучивание, температура, потеря массы, летучие продукты горения.

Tsapko Yu., Lomaga V.V., Bondarenko O., Tsapko A. RESEARCH OF INDIVIDUAL ASPECTS TO FIRE THE WOOD WITH LACQUER. The effectiveness of the use of flat lacquer for wood fire protection is determined. For this purpose, a study was conducted to determine the mechanism of protection by the rate of thermal destruction and the formation of volatile combustible gases. With long-term action of high temperature, the coating provides adequate timber thermal decomposition, namely low weight loss and low dynamics of flue gas temperature rise during testing. Studies using thermogravimetry and gas chromatography indicate that the mechanism of flame retardant efficiency is directed towards the formation on the surface of the coke layer. The presence of a protective lacquer on the surface of the wood during thermal action changes the process of thermal destruction, reduces the amount of combustible gases that are phlegmatized by a large amount of nitrogen and carbon dioxide, which is accordingly confirmed by the results of determination of the flammability group.

Key words: fire resistance, coatings, swellings, temperature, weight loss, volatile combustion products.

DOI: 10.29295/2311-7257-2019-98-4-244-250

УДК 691.32:666.9.019.3

Трикоз Л.В., Багіяц І.В., Никитинський А.В.

Український державний університет залізничного транспорту

(пл. Фейербаха, 7, 61050, Харків, Україна; e-mail: lvtrikoz@ukr.net, orcid.org/0000-0002-8531-7546; bagira54017@ukr.net, orcid.org/0000-0003-0067-4382; nikitinskii@ukr.net, orcid.org/0000-0002-4923-8568)

Атінян А.О.

*Харківський національний університет міського господарства імені О.М.Бекетова
(вул. Маршала Бажанова, 17, 61002, Харків, Україна; e-mail: armen.atunyan@kname.edu.ua)*

ВПЛИВ ПОЛІМЕРНИХ ДОБАВОК НА МІЦНІСТЬ ТА ЕЛЕКТРИЧНИЙ ОПІР БЕТОНУ

У статті досліджена можливість підвищення опору бетону за рахунок додавання речовин з електроізолюючими властивостями - бітумної емульсії й акрилової ґрунтовки. Такий бетон може бути використаний для виробництва залізобетонних шпал, що поліпшить опір ізоляції і підвищить надійність процесів перевезення. Крім того, виготовлення різноманітних конструкцій з такого бетону, в т.ч. фундаментів, паль, опор, мостових і тунельних споруд та ін., знизить вплив струмів витоку і блукаючих струмів на розвиток електрокорозійних процесів у спорудах залізничного транспорту і збільшить їх довговічність. Можливим шляхом вирішення цієї актуальної проблеми може бути використання бетонів з поліпшеними електроізоляційними властивостями. Експериментально встановлено, що введення бітумної емульсії в бетонну суміш призводить до збільшення опору в 3,5 рази в порівнянні з бетоном без добавок. Заміна води замішування акриловою емульсією дає збільшення опору в два рази. При цьому спостерігається незначне зменшення міцності, якщо твердіння бетону відбувається в природних умовах. Повільний набір міцності аналогічний дії пластифікатора і гидрофобизующих добавок. Водорозчинна бітумна емульсія є ефективною гидрофобизующою добавкою, що збільшує в 2 рази кутзмочування стінок капілярів бетону. Підвищення електроопору бетону при додаванні бітумної емульсії відбувається як за рахунок зниження висоти капілярного підняття в гидрофобних капілярах, так і за рахунок коагуляції пір частинками бітумної емульсії. У цих умовах вільне переміщення води ззовні бетонних конструкцій всередину бетону утруднено, що підвищує його довговічність.

Ключові слова: бетон, міцність, електричний опір, бітумна емульсія, акрилова емульсія.

Вступ та постановка проблеми.

Промислове та цивільне будівництво характеризується як широким спектром використовуваних конструкцій і споруд, так і різноманітністю умов їх експлуатації, які визначаються кліматом, особливостями технічних рішень, умовами навантаження і т.п. Особливо складними є умови для конструкцій, що знаходяться на відкритому повітрі. Їх контакт з агресивними середовищами призводить до руйнування конструкцій. Причому для таких конструкцій характерний комплексний вплив факторів, наприклад одночасно вологості і температури, ґрунтових вод, електричного струму.

В умовах обводнення конструкцій під дією постійного електричного струму спорудам загрожує процес електрокорозійного вилуговування бетону у вигляді винесення катіонів кальцію Ca^{2+} , що значно знижує показники міцності матеріалів. У свою чергу, аніони OH^- виносяться у вологе середовище ґрунту. При наявності дифузійного потоку в ґрунті процес може протікати постійно, завдаючи значної шкоди конструкції. У період дощів матеріал стін намокає, при цьому електроопір стін різко знижується, і вони здатні проводити крізь себе або по своїй поверхні струми. Для стін будівлі небезпечним є вилуговування бетону і розчину стін, що призводить до утворення в зоні вилуговування негативного потенціалу і накопичення надлишкового заряду через винесення катіонів Ca^{2+} . Це може сприяти виникненню тріщин у стінах та іншим пошкодженням матеріалу. Отже, актуальним завданням є поліпшення стійкості матеріалів до дії агресивних впливів, оскільки саме вона визначає можливість розвитку корозійних процесів. Можливим шляхом вирішення цієї актуальної проблеми може бути використання бетонів із покращеними електроізоляційними властивостями.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Багаторічні спостереження за станом конструкцій показують, що вплив струмів витоку і блукаючих струмів призводить до процесів корозії арматури і бетону, які протікають по закритій схемі і

зумовлюють утворення тріщин. Електрокорозія залізобетону, навіть за умови інтенсивної корозії арматури, може не викликати розкриття тріщин, якщо буде забезпечено відведення продуктів розчинення металу та їх гідратів. Однак, у бетоні в результаті масообмінних процесів і концентраційних змін може протікати деструкція, яка веде до зміни властивостей: міцності, проникності, морозостійкості, в той час як корозія арматури буде незначною. Складність виявлення наявності цих процесів у конструкціях сильно ускладнює проблему загальної оцінки стану споруди. При цьому потрібно намагатися враховувати ці явища і процеси, тому що вони задовго до появи видимих ознак здатні погіршувати характеристики конструкції. Для попередження руйнування пропонуються різні заходи із захисту конструкцій та споруд від електрокорозії та надлишкових електричних зарядів. Так, у [1] проаналізовано досвід застосування конструктивно-технологічних рішень ремонту штучних споруд залізниць (водопропускних труб, мостових опор, стояків пасажирських платформ) за допомогою заземлених металоін'єкційних сорочок, обойм, екранів. Це рішення полягає в улаштуванні на ослабленій пошкодженнями конструкції закріпленої анкерами металевої оболонки, в зазор між нею і поверхнею конструкції нагнітають суперпластифіковану цементно-водну суспензію. Проте таке рішення достатньо дороге і доцільне для застосування за необхідності відновлення втраченої несучої здатності конструкції із значними пошкодженнями (корозія арматури, вивали тощо). Для конструкцій, які потребують відновлення тільки поверхневого шару, доцільно застосувати як ремонтний склад і захисний екран одночасно електропровідні композиції на основі портландцементу та графітових наповнювачів [2]. У [3] для захисту від електрокорозії пропонується, навпаки, застосування полімерцементних штукатурок з підвищеним електричним опором, призначеним для зниження сили і густини струму до безпечних величин. Проте у вологому стані такі розчини все ж таки не є повними ізоляторами і, хоч і знижують силу струму та

уповільнюють електрокорозійні процеси, та все ж не припиняють їх повністю.

Для комплексного вирішення проблеми захисту від електрокорозії необхідно як захищати бетон споруд, так і підвищувати електроопір самого матеріалу. Одним з найбільш ефективних способів збільшення електроопору бетонів є введення до їх складу добавок, що забезпечують підвищення щільності бетону за рахунок зниження витрати води (суперпластифікатори) або кольматуючих поровий простір (бітумна емульсія, водорозчинні смоли). У роботі [4] досліджувався вплив суперпластифікатора на електричну провідність цементних паст. Як суперпластифікатор використовувався полікарбосиловий ефір. Протягом 14 днів величина електропровідності паст з суперпластифікатором була вище, ніж у контрольного зразка. Автори [4] пояснюють це диспергуванням частинок цементу молекулами суперпластифікатора, що призводить до підвищеної іонної розчинності цементу в ранньому віці і підвищення електропровідності. У більш пізньому віці величини електропровідності стають майже однаковими, що свідчить про низьку ефективність суперпластифікаторів для поліпшення електроізоляційних властивостей бетону.

На щільність бетону також впливають вид і кількість наповнювачів – метакаолін, мікрокремнезем, зола-винесення, шлак [5-7]. Згідно [5] бетонна суміш з 40 % золи-винесення та 20 % метакаоліну показує максимальну границю міцності на розрив у порівнянні з іншими сумішами. Відхилення від оптимального складу призводить до зниження як міцності, так і електричного опору. На нашу думку, це пов'язано з формуванням більш пористої структури при неоптимальном співвідношенні компонентів. Добавки мікрокремнезема, золи-винесення, шлакового цементу в роботі [6] дають велику величину провідності в порівнянні з високоміцним цементом, що було підтверджено і дослідженнями в [7]. Поєднання мікрокремнезема, Метакаолін і звичайного портландцементу не є задовільним з точки зору розвитку поверхневого і об'ємного опору. Все це в цілому не дозволяє розглядати

введення неорганічних наповнювачів і пластифікаторів як стабільний шлях підвищення електричного опору бетонних шпал. Більш ефективним нам представляється введення до складу бетону полімерних матеріалів, спочатку мають високий електричний опір, наприклад латекс [8] або шлам [9].

У роботі [10] виконано дослідження електроопору цементно-піщаного розчину з добавкою бітумної емульсії. Експериментально встановлено, що введення бітумної емульсії в цементно-піщаний розчин призводить до збільшення електричного опору в 4 рази в порівнянні з контрольним бездобавочним зразком. У дослідженні [11] вивчали вплив додавання бітумної емульсії і портландцементу на довговічність тротуарної плитки. Випробування при змінному зволоженні-висушуванні показали, що додавання 4 % портландцементу і 3% бітумної емульсії привело до зниження на 179,4 % водопоглинання, зміни об'єму на 256,3 % і зміни ваги на 211,95 % у порівнянні зі зразком із 4 % цементу. Результати [12] показали, що, незалежно від вмісту води, початковий і кінцевий час тужавіння паст збільшується при збільшенні частки бітуму по відношенню до цементу.

Для сучасних електрифікованих залізничних колій конструкційні матеріали повинні забезпечувати високий опір ізоляції для ефективного функціонування рейкових кіл. Автори [13] вивчили вплив розмірів частинок крихти каучуку на електроопір бетону. Було показано, що заміна дрібного заповнювача мікрокрихтою каучуку в кількості 5-10% по масі може збільшити питомий електричний опір з 232 до 364 Ом·м у порівнянні зі звичайними сумішами. Це відбувається тому, що каучук є діелектричним матеріалом, і гумова крихта всередині бетону діє як ізолятор, який перешкоджає передачі струму між двома вимірювальними електродами. Дрібні частинки гуми заповнюють порожнечі і не пропускають вологу всередину бетону, що призводить до більш високого електричного опору. Крім того, це дослідження також показало, що бетон з великими розмірами частинок каучуку (425 мкм) має

більш високий електричний питомий опір, ніж з дрібнозернистими (75 мкм). Отже, наночастинки каучуку не поліпшують електричні характеристики, навіть у випадку великої кількості таких частинок.

Визначення мети та задачі дослідження. З метою забезпечення надійності та довговічності будівельних конструкцій за рахунок зниження руйнуючої дії електричного струму на бетон, необхідно дослідити вплив полімерних добавок на зміну електричного опору бетону. Друга задача полягає у встановленні впливу полімерних добавок на міцність бетону.

Матеріали і методи досліджень. Для приготування бетонної суміші застосовували портландцемент ПЦ II/Б-III-400 згідно з ДСТУ Б В.2.7-46; щебінь із природного каменю згідно з ДСТУ Б В.2.7-75; пісок кварцовий ДСТУ Б В.2.7-32 з модулем крупності 1,2 – 1,5; вода згідно з ДСТУ Б В.2.7-273. Як полімерні добавки використовували водорозчинну бітумну емульсію (ДСТУ Б В.2.7-129) та водну акрилову ґрунтовку (ТУ У 24.3-34469827-001:2007). Співвідношення компонентів суміші обирали таким чином, щоб для всіх серій зразків водо-цементне відношення було постійним (табл. 1).

Таблиця 1 – Співвідношення компонентів бетонної суміші

Витрата, кг/м ³	Номер серії				
	1	2	3	4	5
Щебінь	1270	1270	1270	1270	1270
Пісок	540	540	540	540	540
Цемент	300	300	300	300	300
Вода	200	--	100	--	115
Бітумна емульсія	--	400	200	--	--
Акрилова ґрунтовка	--	--	--	230	100
Вода/Цемент	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67

Для визначення впливу добавки в бетон на його електричний опір виготовляли п'ять серій зразків-кубів з розміром ребра 100 мм із бетонної суміші згідно з табл. 1. Зразки тверднули в природних умовах визначений період часу. Після чого визначали міцність на стиск за ДСТУ Б В.2.7-214 та електричний опір за ДСТУ

Б В.2.6-209. Зміну електричного опору бетону за рахунок застосування добавки визначали за формулою

$$\Delta\rho = (\rho_k - \rho_d) \cdot 100 / \rho_k, \quad (1)$$

де ρ_k – питомий електричний опір контрольної серії зразків без добавки, Ом·м; ρ_d – питомий електричний опір серії зразків з добавкою, Ом·м.

Результати досліджень. Результати випробувань наведено в табл. 2.

Таблиця 2 – Значення показників бетонних зразків

Час твердіння	Питомий електричний опір, Ом·м	Границя міцності при стиску, МПа	Зміна електричного опору бетону ³ , %
Бетон бездобавочний у віці			
7 діб	78,5	10,8	--
14 діб	87,6	11,1	--
28 діб	95,8	18,2	--
Бетон з бітумною емульсією у віці ¹			
7 діб	14,8/18,0	4,1/6,4	81,1/77,1
14 діб	76,1/78,1	4,9/6,7	13,1/10,8
28 діб	330,0/346,7	6,3/11,6	-244,5/-261,9
Бетон з акрилової емульсією у віці ²			
7 діб	25,8/33,4	3,5/5,1	67,1/57,5
14 діб	98,3/153,7	4,9/9,4	-12,2/-75,5
28 діб	123,3/181,1	8,8/13,4	-28,7/-89,0

Примітки. ¹ У чисельнику значення для серії 2, в знаменнику – для серії 3.

² У чисельнику значення для серії 4, в знаменнику – для серії 5.

³ Згідно з формулою (1) від'ємне значення означає збільшення питомого опору за рахунок добавки, позитивне – зниження.

За даними табл. 2 можна зробити наступні висновки. Бездобавочний бетон на ранніх строках твердіння дає збільшення електричного опору за рахунок інтенсивного витрачання води в порах на гідратацію цементу. Але з часом цей процес уповільнюється, і електричний опір не перевищує 100 Ом·м. Заміна води для приготування бетонної суміші на водну бітумну емульсію в 3,5 рази підвищує питомий електричний опір зразків на 28 добу твердіння. Заміна води замішування акрилової

емульсією дає збільшення опору в два рази. Для всіх серій уведені добавки уповільнюють процес набору міцності на ранніх строках твердіння та дають меншу кінцеву міцність на 28 добу. Подібну закономірність спостерігали автори [14] при уведенні пластикових відходів у бетон. При цьому такі бетони, навіть у випадку погіршення властивостей, можуть знайти широке застосування. Повільний набір міцності є аналогічним дії пластифікатора і гідрофобізуючих добавок, але механізм зменшення електропровідності у цих речовин дещо відрізняються. Наприклад, підвищення опору в роботі [15] пояснюється збільшенням у ґрунті дрібнодисперсної фракції активного мулу, який за рахунок взаємодії функціональних груп з іонами порового розчину зменшує їх рухливість, що призводить до зменшення іонної провідності матеріалу в цілому. Застосування суперпластифікатора зменшує кількість вільної води в порах, що перешкоджає переносу електричного заряду. Гідрофобізуючі добавки надають поверхні водовідштовхувальні властивості за рахунок зміни крайового кута змочування. Збільшення гідрофобності поверхні при нанесенні органічних речовин було досліджено нами в роботі [16]. На рис. 1 представлено фотографії крапель води на чистій гранітній поверхні (а) і з нанесеними гідрофобними покриттями. Схематично зображено відміну в величині кута змочування: для чистої поверхні $\theta = 23^\circ$, для гідрофобної $\theta \geq 90^\circ$.

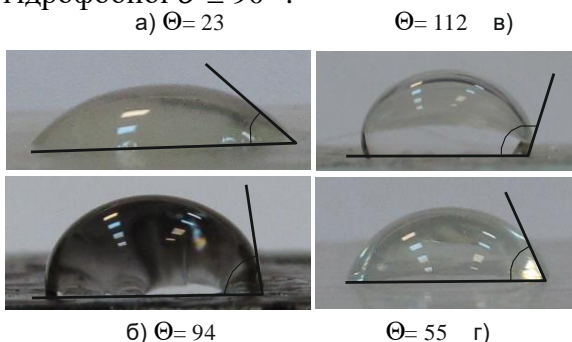


Рис. 1. Схема визначення крайового кута змочування на гранітній поверхні (а) та на бітумному (б), акриловому (в) та каніфольному (г) покриттях [16]

Як бачимо, крайовий кут змочування найбільший для акрилової поверхні,

але зниження електропровідності не настільки ефективно, як з використанням бітумної емульсії (табл. 2). Отже, підвищення електроопору бетону при додаванні бітумної емульсії відбувається як за рахунок зниження висоти капілярного підняття у гідрофобних капілярах, так і за рахунок коагуляції пор частинками бітумної емульсії. Прискорення твердіння і підвищення міцності бетону з добавкою може бути досягнуто за рахунок використання тепловологої обробки бетону або прискорювачів твердіння. Електрофізичні властивості бетону задовольняють вимогам ДСТУ Б В.2.6-209, згідно якому питомий опір бетону шпал повинен бути не меншим за 100 Ом·м.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Водорозчинна бітумна емульсія є ефективною гідрофобізуючою добавкою, що збільшує в 2 рази кут змочування стінок капілярів бетону. У цих умовах вільне переміщення води ззовні бетонних конструкцій всередину бетону утруднено, що підвищує його довговічність. Коагуляція порового простору частинками бітуму дозволило в 3,5 рази збільшити електричний опір бетону та запобігти руйнуванню конструкцій, яке може бути викликано дією електричного струму. Після проведення додаткових експериментів даний склад бетону може бути запропоновано для виготовлення підрейкових основ залізниць, трамвайних колій, метрополітену, улаштування фундаментів та гідротехнічних споруд.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Звіт про науково-дослідну роботу. Дослідження та розробка рекомендацій із захисту та підсилення будівель та споруд станційних комплексів, що руйнуються від спільної дії електричного струму, вібрації, ґрунтових вод (заключний). Харків: УкрДАЗТ, 2008. 257 с.
2. Касьянов В.В., Пługін А.А. Електропровідні покриття на основі портландцементу для захисту від електрокорозії і ремонту конструкцій та споруд залізниць. *Будівництво, матеріалознавство, машинознавство*. 2018. Вип. 104 (Стародубовські читання 2018). С.151-159.
3. Пługін Ал.А., Нестеренко С.Г., Конев А.А. Экспериментальные исследования электроизоляционных и гидроизоляционных свойств полимерцементных растворов на основе

- карбамидной смолы. *Зб. наук. праць УкрДАЗТ*. Харків: УкрДАЗТ, 2015. Вип. 155. С. 129-138.
4. Sanish K.B., Narayanan Neithalath, Manu Santhanam. Monitoring the evolution of material structure in cement pastes and concretes using electrical property measurements. *Construction and Building Materials*. 2013. Vol. 49. pp. 288-297.
 5. Rama Mohan Rao P., Vinothkumar S. Assessment of Strength and Electrical resistance of Ternary blend concrete. *International Journal of Chem. Tech. Research*. 2014-2015. Vol. 7. No. 4. pp. 2034-2040.
 6. Nokken M. R., Hooton R. D. Electrical Conductivity Testing. *Concrete international*. October 2006. pp. 58-63.
 7. Pratanu Ghosh, Quang Tran. Correlation Between Bulk and Surface Resistivity of Concrete. *International Journal of Concrete Structures and Materials*. 2015. Vol. 9. No. 1. pp.119-132.
 8. Xuli Fu, D.D.L. Chung. Degree of dispersion of latex particles in cement paste, as assessed by electrical resistivity measurement. *Cement and Concrete Research*. 1996. Vol. 26. Issue 7. pp. 985-991.
 9. Hong S. Wong, Barakat R., Alhilali A., Saleh M., Cheeseman C. R. Hydrophobic concrete using waste paper sludge ash. *Cement and Concrete Research*. 2015. Vol. 70. pp. 9-20.
 10. Trykoz L.V., Bagiyanc I.V., Nykytynskyj A.V. Investigation into the Impact of Bitumen Emulsion upon the Electrical Resistance of the Cement and Sand Grout. *International Journal of Engineering Research in Africa*. 2017. Vol. 29. pp. 98-103.
 11. Baghini M.S., Ismail A., Bin Karim M.R. Evaluation of cement-treated mixtures with slow setting bitumen emulsion as base course material for road pavements. *Construction and Building Materials*. 2015. Vol. 94. pp. 323-336.
 12. Garilli E., Autelitano F., Godenzoni C., Graziani A., Giuliani F. Early age evolution of rheological properties of over-stabilized bitumen emulsion-cement paste. *Construction and Building Materials*. 2016. Vol. 125. pp. 352-360.
 13. Kaewunruen S., Meesit R. Sensitivity of crumb rubber particle sizes on electrical resistance of rubberised concrete. *Civil & Environmental Engineering*. 2016. Vol. 3. pp. 1-8.
 14. Чаплянко С.В., Никичанов В.В. Применение полиэтилентерефталата в технологии изготовления бетона. *Науковий вісник будівництва*. 2019. Т. 95. № 1. С. 162-170.
 15. Трикоз Л.В., Савчук В.Ю. Дослідження залежності зміни питомого опору ґрунту від кількості активного мулу станцій біологічного очищення. *Науковий вісник будівництва*. 2017. Т. 87. № 1. С. 128-133.
 16. Трикоз Л.В., Романович Є.В., Багіянц І.В. Розробка методу підвищення надійності баластної призми шляхом збільшення терміну її служби. *Залізничний транспорт України*, 2016. № 5-6. С.16-22.

Трикоз Л.В., Багіянц І.В., Никитинский А.В., Атинян А.О. ВЛИЯНИЕ ПОЛИМЕРНЫХ ДОБАВОК НА ПРОЧНОСТЬ И ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ БЕТОНА. В статье исследована возможность повышения сопротивления бетона за счет добавления веществ с электроизолирующими свойствами – битумной эмульсии и акриловой грунтовки. Такой бетон может быть использован для производства железобетонных шпал, что улучшит сопротивление изоляции и повысит надежность процессов перевозки. Кроме того, изготовление разнообразных конструкций из такого бетона, в т.ч. фундаментов, свай, опор, мостовых и тоннельных сооружений и др., снизит влияние токов утечки и блуждающих токов на развитие электрокоррозионных процессов в сооружениях железнодорожного транспорта и увеличит их долговечность. Возможным путем решения этой актуальной проблемы может быть использование бетонов с улучшенными электроизоляционными свойствами. Экспериментально установлено, что введение битумной эмульсии в бетонную смесь приводит к увеличению сопротивления в 3,5 раза по сравнению с бетоном без добавок. Замена воды затворения акриловой эмульсией дает увеличение сопротивления в два раза. При этом наблюдается незначительное уменьшение прочности, если твердения бетона происходит в естественных условиях. Медленный набор прочности аналогичен действию пластификатора и гидрофобизирующих добавок. Водорастворимая битумная эмульсия является эффективной гидрофобизирующей добавкой, увеличивающей в 2 раза угол смачивания стенок капилляров бетона. Повышение электросопротивления бетона при добавлении битумной эмульсии происходит как за счет снижения высоты капиллярного поднятия в гидрофобных капиллярах, так и за счет коагуляции пор частицами битумной эмульсии. В этих условиях свободное перемещение воды извне бетонных конструкций внутрь бетона затруднено, что повышает его долговечность.

Ключевые слова: бетон, прочность, электрическое сопротивление, битумная эмульсия, акриловая эмульсия.

Trykoz L.V., Bagiyanc I.V., Nykytynskyj A.V., Atynian A.O. IMPACT OF POLYMER ADDITIVES ON CONCRETE STRENGTH AND ELECTRICAL RESISTANCE. In this article the increase possibility of concrete electrical resistance owing to the material addition with electrical insulating properties such as bitumen emulsion and acrylic primer is investigated. Such concrete can be used for prestressed concrete sleeper production. It will improve the insulation resistance of the signal track circuits and raise the reliability of the transit processes. Moreover, the manufacture of the various constructions from such concrete (foundations, piles, supporting blocks, bridge and tunnel structures, etc.) decreases the effect of the leakage currents and ground currents on the electrical corrosion development in the railway transport constructions and increases their durability.

In rain period the wall material becomes wet, their electrical resistance rises sharply. The possible way of this problem solution can be the usage of concrete with the improved electrical insulation properties. Experimental results have established that the bitumen emulsion addition has increased the electrical resistance 3.5 times compared with the concrete without the additives. The replacement water for making concrete with acrylic primer doubles the electrical resistance. While the strength has declined slightly under conditions of the air-hardening of concrete. This slow hardening is analogous to the plasticizers or hydrophobic additives

action. The water-soluble bitumen emulsion is the effective hydrophobic additive which increases the wetting angle of the concrete capillary walls 2 times. The electrical resistance growth of the concrete with bitumen emulsion happens both due to the decline of the capillary height in the hydrophobic capillaries and because of the pore block by the bitumen particles. Under this condition the free water movement from the concrete constructions exterior into concrete is inhibited, whereas its durability increases.

Keywords: concrete, strength, electrical resistance, bitumen emulsion, acrylic emulsion.

DOI: 10.29295/2311-7257-2019-98-4-250-254

УДК 697.4

Болотских Н.С., Болотских Н.Н.

*Харьковский национальный университет строительства и архитектуры (ХНУСА)
(ул. Сумская, 40, Харьков, 61002); E-mail: tgvtver@gmail.com; orcid.org/000-0002-7756-6550,
orcid.org/000-0003-0756-7264)*

ЗАЩИТА ПАНДУСОВ, ТРОТУАРОВ И ДОРОЖЕК ОТ СНЕГА И ЛЬДА С ПОМОЩЬЮ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ГРЕЮЩИХ МАТОВ

Описана технология защиты пандусов, тротуаров и дорожек от снега и льда с использованием электрических греющих матов, показано их устройство и даны технические характеристики; перечислены их преимущества по сравнению с другими электрическими средствами защиты от снега и льда; приведены схемы укладки греющих матов при различных видах наружных покрытий пандусов, тротуаров и дорожек; рассмотрен способ управления системами защиты от снега и льда с помощью «интеллектуального» модуля VIA-DU-20; обобщены достигнутые результаты практического использования различных систем защиты от снега и льда; приведены рекомендации по их дальнейшему эффективному применению.

Ключевые слова: греющие маты, мощность обогрева, таяние снега и льда, модуль управления.

Введение. В холодных зимних условиях на различных открытых площадках, автостоянках, погрузочно-разгрузочных пунктах, пандусах, тротуарах и пешеходных дорожках нередко скапливается значительное количество снега и льда. При этом возникают перебои в работе транспорта, растет травматизм среди населения, возможны аварийные ситуации. С целью исключения таких негативных последствий дорожные покрытия приходится чистить от снега и льда с использованием различных технологий и технических средств. В частности, для борьбы со снегом и льдом широко используются системы обогрева дорожных покрытий с помощью электрических нагревательных кабелей [1-6]. Наиболее эффективным техническим решением, препятствующим накоплению снега и льда на пандусах в зданиях различного назначения, тротуарах и пешеходных дорожках, в настоящее

время является использование систем электрических греющих матов [7, 8]. При подключении к сети электрического питания греющие маты обеспечивают достаточную мощность для своевременного таяния снега и льда, а также поддержания в надлежащем состоянии дорожных покрытий независимо от погодных условий.

Греющие маты просты в монтаже и надежны в эксплуатации. Они могут быть использованы при любых видах покрытий пандусов, тротуаров и дорожек (бетон, цементные стяжки, асфальт или камень). Системы обогрева на базе электрических греющих матов часто комплектуются «интеллектуальными» устройствами управления, которые позволяют значительно снизить потребление электроэнергии. Эти достоинства, безусловно, способствуют дальнейшему расширению сферы применения систем защиты пандусов, тротуаров и дорожек от снега и льда с помощью