

КОМПОЗИЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ ДЛЯ СИСТЕМ АНТИКОРРОЗИОННОЙ ЗАЩИТЫ ИНЖЕНЕРНЫХ СЕТЕЙ

Иванова Л. В., Лемешев М. С.

Винницкий национальный технический университет, г. Винница, Украина

Среди важных проблем жизнеобеспечения населенных пунктов в нынешних условиях обостряются проблемы соблюдения эксплуатационной пригодности подземных инженерных коммуникаций. Подавляющее большинство подземных трубопроводов требуют реализации неотложных инженерно-технологических мер по антикоррозионной защите металлоконструкций и восстановлению работоспособного состояния элементов коммуникационных систем. Ежегодные среднестатистические потери металла в результате коррозии подземных сооружений составляют от 2 до 4% его начального количества с момента эксплуатационного использования элементов инженерных систем [1, 2].

Для обеспечения надлежащих условий эксплуатации подземных инженерных сетей разработаны и используются системы мер активной и пассивной защиты металлоконструкций от коррозии. Среди разнообразия разработанных учеными способов антикоррозионной защиты металлических конструкций наиболее эффективны и прогрессивны являются активные электрохимические методы катодной и анодной защиты [3-4].

Одним из составных элементов систем катодной и анодной защиты являются электроды-заземлители, для изготовления которых используются разные виды сталей. Долговечность таких систем зависит в первую очередь от самой конструкции электрода и подземных эксплуатационных условий защиты. Анодное заземление является одним из главных частей катодной установки, от его характеристик зависит эффективность и надежность защиты от коррозии. Электроды для анодных заземлений изготавливают из стали, чугуна, железосодержащих сплавов. В среднем срок эксплуатации таких электродов равен 7 – 10 лет, после чего нужно устанавливать новые, что также требует новых расходов [5-6].

Результатом регулирования компонентных составов сырьевых смесей бетонов получен искусственный материал с широким диапазоном

электротехнических свойств. Так, при использовании в качестве заполнителя формовочных смесей металлических порошков был получен бетон электропроводящий металлонасыщенный (бетэл-м) [7-8]. Одной из разновидностей токопроводящих композиционных материалов пригодных к использованию в составе системы катодной защиты подземных инженерных сетей могут быть активные элементы изготовленные на основе технологических параметров для бетэла-м.

Токопроводящий композиционный материал получен с использованием традиционных минеральных вяжущих – портландцемента, диэлектрического (кварцевый песок) и токопроводящего (порошки металлических шламов) заполнителей. Электропроводный компонент представляет собой мелкодисперсный металлический порошок со средним размером частиц 0,02 мм. Среднее значение показателя истинной плотности металлического порошка составляет 6760 кг/м³, а показатель насыпной плотности составляет 1310 кг/м³.

Токопроводящий композиционный материал для изготовления активных элементов систем катодной защиты можно рассматривать как мелкозернистый бетон с микрозаполнителем. Смесью металлического порошка и минеральное вяжущее может рассматриваться как единое целое – полупроводниковая паста. Активность минерального вяжущего и изменение водопотребностей формовочного раствора будут зависеть от содержания тяжелого наполнителя. Мелкодисперсный порошок металлов благодаря значительным показателям удельной поверхности ($S = (0.5 \div 2) \times 10^3 \text{ м}^2 / \text{кг}$) и свойственной ему высокой гидрофильности будет приводить к увеличению водопотребности сырьевой смеси [9-10]. Матричную составляющую тела изделий формирует смесь вяжущего и металлического порошка, а взаимораспределение токопроводящей пасты и внутреннее микроуплотнение структуры регулируется диэлектрическим заполнителем – кварцевым песком.

Одним из основных эксплуатационных показателей токопроводящих изделий из композиционного материала для изготовления активных элементов систем катодной защиты являются его электротехнические свойства. В результате варьирования рецептурно-технологических параметров формовочных смесей авторами в работах [11-13] получены

изделия с широким спектром специальных свойств. Анализируя результаты, приведенные в таблице 1, вполне очевидно, что электрическое сопротивление увеличивается по мере потери внутри структурной влажности материала. Рост значения электрического сопротивления для образцов с малой концентрацией электропроводящего наполнителя объясняется тем, что после завершения гидратации клинкерных минералов происходит также перекристаллизация гельобразных продуктов в соединении с более выраженной кристаллической структурой [14-16].

Таблица 1 – Результаты исследования электротехнических свойств изделий-моделей активных элементов систем антикоррозионной защиты

Серии образцов	Режимы термической обработки образцов	Объемное содержание металлического заполнителя	Значение удельного электрического сопротивления образцов через N суток после формирования, Ом·см			
			N=7	N=14	N=28	после высушивания
1	обычные условия	0.20	10230	15212	17240	27500
2		0.30	3700	4350	7480	3880
3		0.40	745	610	540	230
4	пропаривание	0.20	10120	14900	15010	18300
5		0.30	2950	3870	5750	3250
6		0.40	450	520	660	195

Стабилизация электротехнических свойств образцов достигалась после завершения физико-химических процессов гидратации вяжущего и формирование микроструктуры материала. Получение установившихся значений электрического сопротивления образцов достигается извлечением химически несвязанной и структурной воды методом высушивания. Наряду с возможностью регулирования электрофизических свойств получены изделия с удовлетворительными физико-механическими характеристиками [17-19].

Результаты исследования физико-механических свойств образцов композиционного материала представлены в таблице 2. Согласно полученным результатам, максимальные значения электрофизических характеристик присущи изделиям с показателями объемной концентрации

проводящей фазы 0,40. Вместе с тем, учитывая требования механических нагрузок для изделий-моделей активных элементов систем катодной защиты, вполне очевидно, что прочности на сжатие достаточно.

Таблица 2 – Результаты физико-механических исследований образцов композиционного материала

Название показателей	Режимы термической обработки образцов	Значение показателей с разным содержанием металлического заполнителя		
		0.20	0.30	0.40
Прочность образцов при сжатии, МПа	обычные условия	29	24	14
	пропаривание	36	26	18,5
Водопоглощение изделий (прессованные смеси) по массе, %	обычные условия	3.8	4.4	5.2
	пропаривание	3.0	3.6	4.4

Показатели эксплуатационной пригодности изделий из композиционного металлонасыщенного материала зависят от содержания проводникового компонента. Использование в качестве токопроводящего заполнителя стандартных металлических порошков, полученных путем переработки металлолома, не всегда экономически целесообразно. Очевидно, что предпочтение необходимо отдавать металлическим шламам, которые есть отходами производства металлообрабатывающих производств. Технология изготовления токопроводящих изделий в процессе рециклинга металлических порошков – шламов металлообрабатывающих производств приводит к сокращению стоимости системы антикоррозионной защиты в среднем на 46 – 54% по сравнению с их аналогами из металлопроката или углеродных композиционных материалов.

Выводы. В результате проведенных исследований образцов специальных электропроводных бетонов подтверждена возможность использования композиционного токопроводящего материала для изготовления активных элементов систем катодной защиты подземных городских инженерных сетей от коррозии. Варьирование рецептурно-технологических параметров изготовления токопроводящих изделий

позволяет получить образцы модели для систем катодной защиты с регламентированными характеристиками.

Переработка отходов металлообрабатывающих производств также решает важную экологическую проблему.

В дальнейшем планируется исследовать влияние химических добавок на получение токопроводящего материала с прогнозируемыми показателями долговечности эксплуатации систем антикоррозионной защиты.

Литература:

1. Ковальчук, С. В. "Специальные строительные материалы на основе вторичных продуктов промышленности". Тюменский индустриальный университет, 2013
2. Березюк, О. В., Лемешев, М. С. (2011). Безпека життєдіяльності. Вінниця: ВНТУ, 204.
3. Лемешев, М. С., О. В. Березюк. "Основи охорони праці для фахівців радіотехнічного профілю: навчальний посібник." Вінниця: ВНТУ 108 (2007): 103.
4. Березюк, О. В. "Охорона праці в галузі радіотехніки: навчальний посібник." Вінниця: ВНТУ (2009).
5. Сердюк, В. Р. "Строительные материалы и изделия для защиты от электромагнитного излучения радиочастотного диапазона." Строительные материалы и изделия 4 (2005): 8-12.
6. Логоша, О. В. "Композиционные радиозащитные материалы с использованием промышленных отходов." Тюменский индустриальный университет, 2011.
7. Сердюк, В. Р. "Радіопоглинаючі покриття з бетелу-м." Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. № 12: 62-68. (2005).
8. Миронов, О. В. "Современные стеновые композиционные строительные материалы специального назначения." Алтайский государственный аграрный университет, 2012.
9. Лемешев, М. С. "Розробка радіозахисних будівельних матеріалів для захисту від електромагнітного випромінювання." Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві: збірник наукових праць за матеріалами V Всеукраїнської наук.-техн. конф., 1-3 березня 2005 р.: 244-250.. ВНТУ, 2006
10. Сердюк, В. Р. "Радіозахисні покриття варіатропної структури із бетела-м." (2008).
11. Лемешев, М. С. "Металлонасыщенные бетоны для защиты от электромагнитного излучения." Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури. № 33: 253-256. (2013).
12. Постовий, П. В. Стіновий композиційний будівельний матеріал спеціального призначення. Diss. Сборник научных трудов SWorld, 2011.
13. Лемешев, М. С. "Формування структури електропровідного бетону під впливом електричного струму." Сучасні технології, матеріали і конструкції у будівництві: Науково-технічний збірник.–Вінниця: УНІВЕРСУМ (2006): 36-41.
14. Кулик, В. В. Перспективы использования промышленных отходов в строительной отрасли. Diss. Тюменский индустриальный университет, 2012
15. Лемешев, М. С. "Теоретические предпосылки создания радиопоглощающего бетона бетэла-м." Вісник Донбаської державної академії будівництва і архітектури 1: 60-64. (2005).
16. Сердюк, В. Р., et al. "Пути использования дисперсных металлических шламов." (2004).
17. Лемешев, М. С. "Антистатичні покриття із бетелу-м." Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві: 217-223. (2004).
18. В. П. Ковальський, В. П. Очеретний, М. С. Лемешев, та А. В. Бондар, «Обґрунтування доцільності використання золошламового в'язучого для приготування сухих будівельних сумішей», Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди, Випуск 26, 2013, с. 186-193.
19. Сердюк, В. Р. "Технологические приемы повышения радиопоглощающих свойств изделий из бетэла-м." Строительные материалы и изделия. № 5: 2-6. (2005).