

ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩИЙ БЕТОН В КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТАХ ДОРОГ И УЛИЦ

Пехтерева А.А., Мишутин А.В., д.т.н., проф.,
(Одесская государственная академия строительства и архитектуры)

Транспортная инфраструктура - это одна из важных составляющих любой страны. Автомобильные дороги в этой составляющей занимают одну из главных ролей. Для Украины автомобильные дороги крайне важны, они играют важную роль для экономического роста.

Одна из главных проблем содержания дорог в зимний период - это уборка, вывоз и утилизация снежной массы, которая сдвигается снегоуборочными машинами к краю проезжей части. При снегопаде с низкой эффективностью дорожные службы справляются с уборкой, при длительном снегопаде движение транспортных средств замедляется, и даже если уборка ведется интенсивно, то утилизация снежной массы обычно вызывает затруднения. Связано это с большими объемами снега, трудностями при его погрузке, ограниченной производительностью снегоплавильных станций и как результат - сужение проезжей части и заторы.

Страны с большими снегопадами решают проблему расчистки дорог по разному. Исландия прокладывает под дорогами трубы с водой из горячих источников, Финляндия, Канада и США "подогревают" дороги и тротуары по технологии "теплого пола". Учитывая, что не везде в городах целесообразно проводить сеть труб с горячей водой и проблематично делать электроподогрев, ученые разных стран мира начали предлагать варианты "незамерзающей дороги" с использованием электробетона. Электробетон - это композитный резистивный материал, имеющий в своем составе графит.

Ученые из Новосибирска в 60-х годах прошлого столетия первыми получили этот материал и назвали "Бэтл". С тех пор материал совершенствуется. Успешные опыты с использованием электробетона провел доктор К.Труан из университета штата Небраска (США). Он получил электробетон на основе графита и металлической фибры [2] .

Электробетон при использовании в дорожном строительстве является электробезопасным для пешеходов и водителей, так как его предполагается покрывать сверху защитным слоем, кроме того нижний слой будет играть роль заземления.

Авторами были проведены лабораторные испытания резистивного композитного материала, направленного на подбор оптимального

состава цементнобетонной смеси с графитом. Были определены физико-механические свойства электробетона опытного состава. Также были установлены электротехнические, технологические и термические параметры материала.

В ходе испытаний решалось сразу несколько задач:

- подбор оптимального состава электробетона;
- проверка физико-механических свойств;
- проверка электропроводности материала;

Было подобрано и отформовано в образцы (балочки 4*4*16см) несколько составов для определения процентного соотношения компонентов, в особенности графита. Именно графит обуславливает возможность проведения электричества и нагрев материала. Но, стоит отметить, что введение графита в состав цементобетона значительно понижает его прочностные характеристики.

Экспериментальные составы электробетона

Таблица 1

№ Состава	Быстро- тverd. цемент М400, %	Кварцквй Песок, %	Гранитный отсев, %	Графит, %	Целлюлоза, %	Нержавейка, %	ХЭВ, %	Вода, %
1	30,52	5,55	37,87	7,58	0,27	1,27	0,61	16,23
2	23,1	7,26	19,25	18,48	0,23	0,98	0	30,7
3	33,10	22,54	26,48	15,44	0,33	1,41	0	23,1

Процесс замеса имеет свои особенности. Все сухие компоненты тщательно перемешиваются и только в конце добавляется вода.

В ходе испытаний на растяжение при изгибе и сжатии были получены результаты, сопоставимые с прочностью бетонов, относящихся к дорожным [2]. Прочность на сжатие на 28 сутки составила от 44,3-50,1 МПа, а прочность на растяжение при изгибе от 6-13 кгс/кв.см

На образцы с помощью лабораторного блока питания подавался электрический ток 10В и 20В в течении часа. Начальная температура образцов составляла 19С. В зависимости от количества содержания в образцах графита менялся и результат. Чем больше процентное содержание технического углерода в образцах, тем быстрее нагревался материал.

Температура в образцах, где графит составлял **18.48%** через 60 минут была:

При 10В-45.8 °С, при 20В-107.9 °С

Температура в образцах, где графит составлял **15.44%** через 60 минут была :

При 10В-25.3 °С, при 20В-32.5 °С

Температура в образцах, где графит составил **7,58%** через 60 минут температура была :

При 10В-22.2 °С, при 20В-25.9 °С

Как видно из результатов испытаний, содержание графита в 18.48 % дает наиболее высокий показатель нагрева. Но при этом эти образцы показали самые слабые результаты при испытаниях на растяжение на изгиб и сжатие.

Выводы:

- Полученные прочностные характеристики позволяют использовать электробетон в элементах улиц и дорог;
- Оптимальное количество технического углерода для соблюдения условий прочности и нагрева не должно превышать 15 %;
- Электробетон способен эффективно и равномерно нагреваться при подключении к источнику электрического тока;
- Применение электробетона возможно не только во всю ширину дороги, но и наоборот, только в определенных местах, например на лотковых зонах улично-дорожной сети, куда сгребается снег. При подачи электричества, участок "лотка" нагревается, и это обеспечивает отвод воды в ливневую канализацию.
- Электробетон электробезопасен для транспорта и пешеходов.

Литература

1. Airfield Pavement Deicing with Conductive Concrete Overlay /C. Y. Tuan / University of Nebraska-Lincoln, Digital Commons. – Электрон. данные. – URL: https://www.academia.edu/30879700/Airfield_Pavement_Deicing_with_Conductive_Concrete_Overlay (дата обращения: 22.04.2019).
2. Будівельні матеріали. Бетони. Методи визначення міцності за контрольними зразками. ДСТУ Б В.2.7-214:2009. – [Чинний від 2009-12-22]. – К: Держкоммістобудування України, 2009. –35 с. – (Національний стандарт України).