

Перспективы применения люминесцентного бетона при строительстве и эксплуатации подземных линейных транспортных сооружений

А.В. Каменчуков, А.С. Елизаров, А.Б. Павликов, В.М. Долгачева

Тихоокеанский государственный университет, Хабаровск

Аннотация: В статье рассмотрены вопросы повышения качества и безопасности движения пешеходов и транспортных средств в подземных линейных сооружениях. Рассмотрены основные параметры безопасности движения транспортных сооружений тоннельного типа. Определена область применения люминесцентных и световозвращающих материалов при строительстве и эксплуатации бетонных и асфальтобетон покрытий. Даны рекомендации по применению специальных светящихся материалов в практике строительства.

Ключевые слова: бетон, асфальтобетон, световозвращающие покрытия, люминесцентные материалы, безопасность движения.

При развитии крупных городов и мегаполисов часто возникают ситуации, когда для повышения качества и безопасности движения, повышения транспортной доступности и увеличения скорости передвижения необходимо разделить транспортные и пешеходные потоки в разных уровнях. В условиях плотной городской застройки зачастую невозможно устроить дополнительные маршруты и направления движения над земной поверхностью [1, 2].

Подземные линейные транспортные сооружения, в условиях города, подразделяются на три категории:

1. Метрополитены, предназначенные для быстрого и безопасного передвижения больших пассажиропотоков.
 2. Транспортные тоннели, предназначенные для разделения и канализованного движения транспортных средств, зачастую без возможности пропуска пешеходного движения.
 3. Подземные пешеходные переходы, предназначенные для пропуска пешеходов под многополосными дорогами и скоростными автомагистралями.
-

Ключевыми параметрами, которые необходимо учитывать при проектировании и строительстве новых станций и сооружений метрополитена для обеспечения качества и безопасности движения пешеходов, являются [3-5]:

1. Формирование достаточного пространства для безопасного передвижения пассажиров, которое снабжается устройством широких коридоров и лестниц, большим количеством эскалаторов, чтобы избежать скопления людей и обеспечить свободный поток движения.

2. Установка четких и понятных указателей и знаков, которые помогут пассажирам ориентироваться и избегать опасных зон. Знаки должны быть хорошо видимыми, легко читаемыми и всегда освещенными.

3. Устройство специальных зон ожидания и разделения потоков пешеходов.

4. Обеспечение освещения на всех участках, где это возможно, чтобы улучшить видимость и предотвратить несчастные случаи.

5. Разработка эффективных мер пожарной безопасности, очистки воздуха и вентиляции.

6. Регулярная проверка и техническое обслуживание всех систем безопасности, включая системы видеонаблюдения, автоматические двери и аварийные выходы.

7. Разработка и внедрение планов действий в чрезвычайных ситуациях, чтобы быстро реагировать на любые происшествия и обеспечивать безопасность пассажиров.

При движении автомобилей в городских тоннелях и пешеходов в подземных переходах основное внимание необходимо уделять безопасности. Необходимо обеспечить хорошую видимость, установить достаточное количество указателей и предупреждающих знаков, а также поддерживать надлежащее состояние дорожного покрытия и освещения. Кроме того, важно

проводить регулярную проверку и техническое обслуживание всех систем безопасности, включая системы видеонаблюдения, вентиляции, обеспечить доступность аварийных выходов и надежность работы системы аварийного освещения.

Основным материалов для строительства подземных транспортных сооружений являются прочные и высокопрочные бетоны [1, 6]. Для облицовочных работ в метрополитенах применяют различные материалы из искусственного и натурального камня [7].

Именно настенные и напольные покрытия служат основным источником информации предупредительного и организационного характера при возникновении чрезвычайных ситуаций, сопровождающихся нарушениями освещения и задымлением помещений. На покрытия наносят специальные светоотражающие и светящиеся в темноте материалы, обозначающие направления движения к выходу, границы зон безопасности и другую вспомогательную информацию.

В практике дорожного строительства на покрытия из бетона и асфальтобетона наносят специальные разметки на основе красок или полимерных материалов, содержащих специальные светоотражающие гранулы, которые подсвечиваются при попадании на них света фар автомобиля.

Основным недостатком наносимых светоображающих и светящихся покрытий является низкая сопротивляемость покрытий внешним механическим воздействиям (при нанесении их на дорожное покрытие), а также повышенный износ материалов под воздействием чистящих веществ в сочетании с механическим воздействием.

Для повышения долговечности информационных покрытий, и, как следствие безопасности движения, одним из направлений развития строительных материалов является применение инновационных методов и

технологий повышения качества и модификации свойств строительных бетонов, которые должны сочетать в себе прочностные и информационных свойства [8].

Фотолюминесцентные бетоны — это материалы, способные накапливать световую энергию и излучать её в темноте [9, 10]. Их разрабатывают для использования в различных областях, включая строительство, медицину и даже космическую отрасль. Вот некоторые примеры стран, где ведутся разработки в этой области [11-13]:

1. Россия: Научно-исследовательский институт строительной физики (НИИСФ РААСН) активно работает над созданием фотолюминесцентных бетонов. Основная цель — улучшение качества жизни людей путём создания экологически чистых материалов.

2. Германия: Институт строительной техники (Institut für Bauen und Umwelt e.V.) проводит исследования в области фотолюминесцентных бетонов с целью улучшения их свойств и расширения сферы применения.

3. Франция: Национальный центр научных исследований (CNRS) занимается изучением свойств фотолюминесцентных бетонов и их влияния на окружающую среду.

4. Китай: Пекинский технологический университет (Beijing University of Technology) и другие научно-исследовательские институты работают над созданием новых типов фотолюминесцентных бетонов с повышенной эффективностью и долговечностью.

5. Индия: Университет Джавахарлала Неру (Jawaharlal Nehru University) и другие научные центры занимаются исследованием возможностей использования фотолюминесцентных бетонов в архитектуре и дизайне интерьеров.

6. США: Национальный научный фонд (NSF) финансирует исследования в области фотолюминесцентных бетонов с целью создания новых материалов для строительства и других отраслей промышленности.

Разработка фотолюминесцентных бетонов — это сложный процесс, требующий совместных усилий учёных, инженеров и производителей. Он направлен на создание инновационных материалов, способных улучшить качество жизни людей и снизить воздействие на окружающую среду [14].

Фотолюминесцентные пигменты длительного послесвечения представляет собой неорганический пигмент, состоящий из алюмината стронция, который был допирован европием и диспрозием. Этот материал обладает уникальной способностью поглощать и накапливать световую или тепловую энергию, а затем медленно высвобождать ее в виде света в течение длительного периода времени после прекращения воздействия источника света.

Особенностью фотолюминесцентного пигмента является его высокая квантовая эффективность, которая определяет количество энергии, преобразуемой в свет при возбуждении материала. Это позволяет пигменту генерировать яркое свечение даже при относительно низком уровне возбуждения.

Кроме того, фотолюминесцентный пигмент обладает длительной фазой послесвечения, то есть, способностью продолжать излучать свет в течение продолжительного времени после прекращения воздействия источника света. Это делает его идеальным материалом для использования в условиях, когда требуется непрерывное освещение без необходимости постоянного присутствия источника света.

Использование фотолюминесцентного пигмента в строительстве подземных городских транспортных сооружений, таких, как станции метрополитена и транспортные тоннели, может иметь значительные

преимущества в плане безопасности при возникновении чрезвычайных ситуаций.

Одно из основных преимуществ заключается в том, что фотолюминесцентный пигмент способен излучать свет в течение длительного времени после прекращения воздействия источника света. Это означает, что даже если электричество отключено или источники света повреждены, пути эвакуации и важные объекты будут видны, что поможет людям быстрее найти выход и уменьшит панику.

Кроме того, использование фотолюминесцентного пигмента может значительно повысить уровень безопасности в случае пожара или других аварийных ситуаций. Благодаря своей способности излучать свет, он может служить ориентиром для спасательных служб и помочь им быстрее найти пострадавших.

Однако есть и некоторые недостатки использования фотолюминесцентного пигмента. Один из них связан с его стоимостью. Этот материал может быть дороже традиционных материалов, используемых в строительстве, что может повлиять на общую стоимость проекта.

Другой потенциальный недостаток связан с воздействием на окружающую среду. Некоторые виды фотолюминесцентных пигментов могут содержать вредные вещества, которые могут негативно влиять на окружающую среду и здоровье людей. Поэтому важно выбирать материалы, которые соответствуют стандартам безопасности и экологичности.

В целом, применение фотолюминесцентного пигмента в строительстве подземных городских транспортных сооружений имеет большой потенциал для повышения безопасности при возникновении чрезвычайных ситуаций. Однако перед его использованием необходимо тщательно оценить все плюсы и минусы, а также выбрать качественные и безопасные материалы.

Литература

1. Доцатов Д.А., Васильев А.А., Козин К.Е.Г., Леш В.Н., Семашко В.А., Андреев Д.А. Метро настоящего и будущего: технологии безопасности и комфорта // Вестник Института проблем естественных монополий: Техника железных дорог. – 2021. – № 2(54). – С. 9-15.
 2. Чайников Д.А., Эртман Ю.А., Эртман С.А. Пути повышения безопасности пешеходов на нерегулируемых переходах // Инженерный вестник Дона. – 2023. – № 12. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n12y2023/8897
 3. Малеев П.Г. Резервная система безопасности движения Московского метрополитена // Транспорт Российской Федерации. – 2007. – № 11(11). – С. 67-69.
 4. Прохоров В.П., Вагнер Е.С. Проблема обеспечения пожарной безопасности пассажирских перевозок в тоннелях Московского метрополитена // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. – 2017. – № 11-12(226-227). – С. 36-42.
 5. Щекудов Е.В. Перспектива и актуальные проблемы строительства транспортных тоннелей и метрополитенов в России (по материалам круглого стола) // Метро и тоннели. – 2018. – № 2. – С. 2-6.
 6. Пиотрович А.А., Полякова И.Ю., Брянцева И.В. Перспективы развития промышленности строительных материалов Хабаровского края // Вестник Тихоокеанского государственного университета. – 2022. – № 1(64). – С. 113-122.
 7. Арзамасцев В.И., Пиотрович А.А. Проектирование индивидуальной крупнощитовой деревянной стеновой опалубки для совместного бетонирования стен и плиты перекрытия // Транспорт Азиатско-Тихоокеанского региона. – 2021. – № 4(29). – С. 51-58.
-

8. Несветаев Г.В., Козлов А.В., Козлов Г.А., Филонов И.А. Влияние некоторых минеральных добавок на свойства мелкозернистых бетонов // Инженерный вестник Дона. – 2022. – № 11. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n11y2022/7972

9. Панкова Т.А., Хазова А.Г. Применение светящегося бетона в строительстве // Техническое регулирование в транспортном строительстве. – 2013. – № 4(4). – С. 9-12.

10. Mageswari Dr. M., Rinisha A.R., Monisha Y. Glowcrete: A Modern Phosphorescent Concrete // Journal of Emerging Technologies and Innovative Research JETIR. - 2021. - Vol. 8(4). - pp. 213-218.

11. Сулейманова Л.А., Лукутцова Н.П., Кравченко Д.Э., Корякина А.А. Современное состояние производства и применения светящихся бетонов в строительстве // Университетская наука. – 2023. – № 2(16). – С. 62-64.

12. Voravanicha K., Leelachao S., Sahasithiwat S., Kumnorkaew P., Dangtungee R. Natural rubber filled with phosphorescent materials for pavement // Materials Today: Proceedings 17 (2019) P. 1976.

13. Wentong Wang, Aimin Sha, Zhen Lu, Dongdong Yuan, Wei Jiang, Zhuangzhuang Liu. Cement filled with phosphorescent materials for pavement: Afterglow decay mechanism and properties // Construction and Building Materials. - 2021. - Vol. 284(2): P. 122798.

14. Кукарина Е.Е., Зорина М.А., Астафьева Н.С. Производство люмобетона - уникальная технология изготовления светящихся камней // Матрица научного познания. – 2018. – № 7. – С. 23-29.

References

1. Doshchatov D.A., Vasil'yev A.A., Kozin K.Ye.G., Lesh V.N., Semashko V.A., Andreyev D.A. Vestnik Instituta problem proizvoditeley monopoliy: Tekhnika zheleznikh dorog. 2021. no. 2(54). pp. 9-15.



2. Chaynikov D.A., Ertman YU.A., Ertman S.A. Inzhenernyj vestnik Dona. 2023. № 12. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n12y2023/8897
3. Maleyev P.G. Transport Rossiyskoy Federatsii. 2007. №11 (11). pp. 67-69.
4. Prokhorov V.P., Vagner Ye.S. Stroitel'nyye materialy, oborudovaniye, tekhnologii XXI veka. 2017. no. 11-12(226-227). pp. 36-42.
5. Shchekudov Ye.V. Metro i tonneli. 2018. № 2. pp. 2-6.
6. Piotrovich A.A., Polyakova I.YU., Bryantseva I.V. Vestnik Tikhookeanskogo gosudarstvennogo universiteta. 2022. no. 1(64). pp. 113-122.
7. Arzamastsev V.I., Piotrovich A.A. Transport Aziatsko-Tikhookeanskogo regiona. 2021. № 4(29). pp. 51-58
8. Nesvetayev G.V., Kozlov A.V., Kozlov G.A., Filonov I.A. Inzhenernyj vestnik Dona. 2022. № 11. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n11y2022/7972
9. Pankova T.A., Khazova A.G. Tekhnicheskoye regulirovaniye v transportnom stroitel'stve. 2013. № 4(4). pp. 9-12.
10. Mageswari Dr.M., Rinisha A.R., Monisha Y. Journal of Emerging Technologies and Innovative Research JETIR. 2021. Vol. 8(4). pp. 213-218.
11. Suleymanova L.A., Lukutsova N.P., Kravchenko D.E., Koryakina A.A. Universitetskaya nauka. 2023. № 2(16). pp. 62-64
12. Voravanicha K., Leelachao S., Sahasithiwat S., Kumnorkaew P., Dangtungee R. Materials Today: Proceedings. 17 (2019). P. 1976.
13. Wentong Wang, Aimin Sha, Zhen Lu, Dongdong Yuan, Wei Jiang, Zhuangzhuang Liu. Construction and Building Materials. 2021. Vol. 284(2): P. 122798.
14. Kukarina Ye.Ye., Zorina M.A., Astaf'yeva N.S. Matritsa nauchnogo poznaniya. 2018. №. 7. pp. 23-29.

Дата поступления: 30.03.2024

Дата публикации: 8.05.2024