

3D-ПЕЧАТЬ В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ И РЕМОНТЕ

Мельничёнок Анастасия Геннадьевна, студент 2-го курса кафедры

«Математические методы в строительстве»

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

(Научный руководитель – Югова М.В., старший преподаватель)

Дорожное строительство – один из ключевых элементов в гражданском строительстве, общая протяженность дорог в мире составляет около 24 млн км. Создание дорожного покрытия трудоёмкий и длительный процесс. При этом необходимы строительные материалы, финансовые и трудовые ресурсы, а также спецтехника. Для оптимизации строительства дорог и повышения их качества возникла идея использования 3D-принтеров.

3D-печать – это процесс изготовления цельных трехмерных объектов различных геометрических форм на основе компьютерной 3D-модели [1]. 3D-принтеры способны создавать геометрические формы любой сложности с высокой точностью за максимально короткий срок. Это дает возможность применить технологию 3D-печати в дорожном строительстве и ремонте.

3D-печать используется при укладывании нового дорожного покрытия, а также ремонте различных дорожных дефектов (выбоин, трещин, ям и др.) Применяется **метод послойного экструдирования** (послойное нанесение быстротвердеющей смеси асфальтобетона с различными добавками, выдавливаемой из экструдера 3D-машины).

На основе метода послойного экструдирования в 2015 году американским изобретателем Джоном Смитом был создан принтер-асфальтоукладчик, способный анализировать дорожную поверхность для последующего ремонта поврежденных участков или создания нового дорожного полотна (рис. 1).



Рисунок 1 – Принтер-асфальтоукладчик

Процесс работы принтера-асфальтоукладчика состоит из трех этапов. На первом этапе принтер сканирует дорожное покрытие с помощью трехмерного лидара. На втором этапе встроенная программа компьютерного моделирования на основе полученных измерений генерирует точную 3D-модель выбоины для ее заполнения. На третьем этапе 3D-асфальтоукладчик укладывает слоями готовую асфальтовую смесь на дорогу [2].

Ремонт дорог с помощью 3D-принтера не требует подготовительных работ по снятию поврежденного участка, так как принтер заполняет поврежденную область материалом на основе ее геометрической формы, при этом создавая прочное и долговечное покрытие за счет укладывания более плотных слоев [2]. Также такой способ сокращает общее время работ и количество строительной техники.

К другим примерам использования 3D-печати можно отнести создание различной дорожной инфраструктуры с уникальными характеристиками, в зависимости от потребностей (велосипедные и пешеходные дорожки с абстрактными узорами и информационными знаками, бордюры, мосты).

Выделяют следующие преимущества 3D-печати:

- Быстрота и эффективность (по подсчетам отраслевых ассоциаций, 3D-печать может упростить процесс укладки дорог и ускорить его на 20-40%);
- Точность и качество (компьютерные программы повышают точность работ, исключая ошибки, а метод послойно-экструдированной печати создает износостойкое и долговечное покрытие);
- Снижение затрат (уменьшение количества требуемой техники и рабочей силы);
- Индивидуализация (создание адаптированных к данной местности дорожных покрытий).

Среди недостатков выделяют:

- Ограничение размеров создаваемых объектов размерами принтера;
- Высокая стоимость оборудования;
- Необходимость благоприятных погодных условий;
- Высокие требования к применяемым материалам.

Технология пока не используется в больших масштабах из-за недостаточной зрелости, она успешно применяется в экспериментальных проектах. В Нидерландах, США и Китае уже созданы участки дорог и дорожек для тестирования 3D-печати. В 2021 году в Нидерландах был установлен металлический мост, созданный с помощью 3D-принтера (рис. 2). Этот мост стал своеобразной «натурной лабораторией», где ученые продолжают испытания технологии.



Рисунок 2 – Первый в мире напечатанный мост, Амстердам, Нидерланды

3D-печать сталкивается с рядом вызовов: высокая стоимость оборудования и материалов, сложность масштабирования производства, нехватка квалифицированных специалистов и инвестиций, а также отсутствие нормативной базы. Технология проходит долгий путь от разработки до полноценного применения, и сейчас идёт этап доработок и усовершенствований.

В будущем ожидается значительный прогресс в использовании 3D-печати в дорожном строительстве. Если удастся преодолеть все эти проблемы и вызовы, процесс укладки и ремонта дорог станет более экономичным, быстрым и качественным.

Литература:

1. Лунева Д.А., Кожевникова Е.О., Калошина С.В. Применение 3D-печати в строительстве и перспективы ее развития / Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Строительство и архитектура. 2017. Т.8. № 1. С. 90-101;
2. Новый 3D-принтер, который ремонтирует дороги! [Электронный ресурс]. – Режим доступа <https://3dtoday.ru/blogs/kirillll/a-new-3d-printer-which-repairs-roads-> – Дата доступа 05.12.2024.