

РОЛЬ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ В ЭСТЕТИКЕ МОСТОВ

*Лебедькова Алина Дмитриевна, магистрант 1-го курса
базовой кафедры «АО Мостострой-11»
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень
(Научный руководитель – Овчинников И.Г., докт. техн. наук, профессор)*

Полимерные композитные материалы играют ключевую роль в создании эстетичных мостов благодаря своей уникальной комбинации свойств:

Эстетика: Полимеры обладают широким спектром цветов, текстур и оттенков, что позволяет создавать мосты, сочетающиеся с окружающей средой и имеющие привлекательный внешний вид.

Формование: Гибкость в формовании полимеров позволяет инженерам создавать мосты с различными формами и стилями, что способствует их эстетичности.

Легкость: Полимеры легче и удобнее в обработке, что позволяет создавать более тонкие и изящные конструкции мостов, сохраняя при этом их прочность.

Устойчивость к коррозии: В отличие от некоторых других материалов, полимеры устойчивы к коррозии и долговечны, сохраняя свою эстетику длительное время.

Инновационные свойства: Некоторые полимеры обладают специальными свойствами, такими как светопропускающие или светорассеивающие характеристики, что позволяет создавать уникальные эффекты освещения и визуальных эффектов на мостах.

Таким образом, использование полимерных композитных материалов в конструкции мостов не только обеспечивает их прочность и долговечность, но и открывает возможности для создания эстетически привлекательных и инновационных архитектурных решений.

**Мосты с применением полимерных композитных материалов.
Мировой опыт.**

Подвесной мост Хуньягу (The Hongyagu suspension bridge)

Эта конструкция превзошла 430-метровый стеклянный мост Гранд-Каньон Чжанцзяцзе - бывший самым длинным подвесным мостом со стеклянным дном

в мире, хотя мост Чжанцзяцзе длиной 300 метров по-прежнему остается самым высоким. (Рис. 1)



Рисунок 1 – Подвесной мост Хуньягу (Китай) (Источник – <https://mydecor.ru/news/architecture/5-samykh-strashnykh-steklyannykh-mostov-v-mire/>)

Мост состоит из 1077 панелей стекла толщиной 4 сантиметра и поддерживается тросами весом более 120 тонн. Он рассчитан на вес 2000 человек. Однако власти решили ограничить количество туристов, допускаемых на аттракцион, до 600 одновременно. Посетители должны носить специальные ботинки поверх обуви, чтобы защитить стекло при переходе по мосту, который открылся 24 декабря 2017 года [1].

Мост из льна и биосмолы в Нидерландах

Мост в городе Алмере построен из льняного волокна, биосмолы и пенополиуретана, создавая легкий и прочный композитный материал, который можно использовать вместо алюминия или стали (Рис. 2).

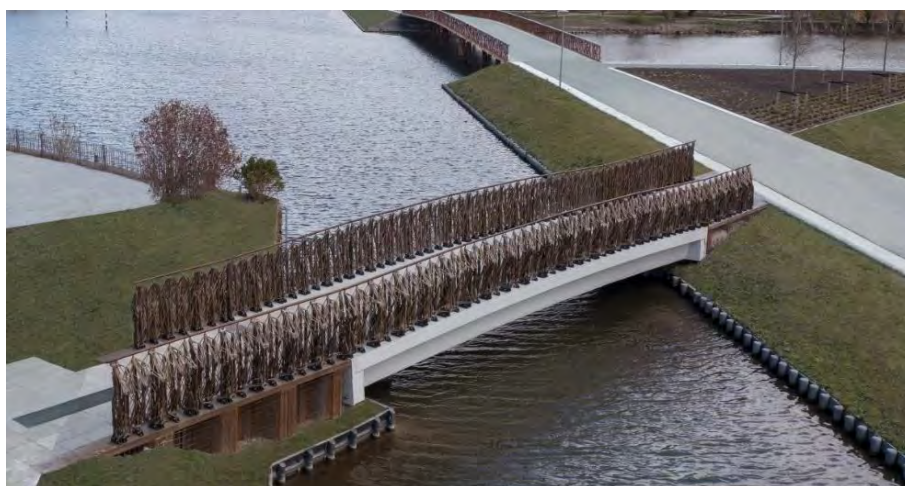


Рисунок 2 – Пешеходный мост в городе Алмер (Голландия) (Источник – <https://compositeworld.ru/articles/app/id627b59b50e5c8f00199ab8d6>)

Мост в Алмере построен из двух видов льняного армирующего материала (Рис. 3): для настила использовались маты волокна, обернутые вокруг пеноблоков, а поручни изготовлены из льняной нити, смотанной роботом [2].



Рисунок 3 – Поручни пешеходного моста в г. Алмер (Голландия)
(Источник – <https://compositeworld.ru/articles/app/id627b59b50e5c8f00199ab8d6>)

Блоки пенопластового сердечника были "сплавлены" (пропитаны смолой) с помощью вакуумной инфузии, создавая прочную конструкцию.

Нить намотана в пучки по поперечно-сшитой треугольной схеме. Группа решила работать с техникой роботизированной намотки, поскольку считает, что она создает эффект «легкости и нежности», подчеркивающий эстетические и технические возможности биокompозитов и натуральных волокон [2].

Пешеходный мост «Dragonfly» в городе Хардервейк (Голландия)

Мост полностью построен из армированных волокном полимеров (FRP) (Рис. 4). Дизайн вдохновлен крыльями стрекозы [3].



Рисунок 4 – Пешеходный мост Dragonfly в городе Хардервейк (Голландия)
(Источник – <http://moura.nl/Dragonfly-project.html>)

Пешеходный мостик в парке города Шанхай, Китай

В середине ноября 2018 года работники компании Shanghai Construction Group объявили о начале строительства моста. Материалом для инженерного сооружения послужил акрилонитрил-стирол-акрилат или ASA. Процесс создания носит название прослойного наплавления, которое выполняется с помощью специального 3D-принтера. (Рис. 5).

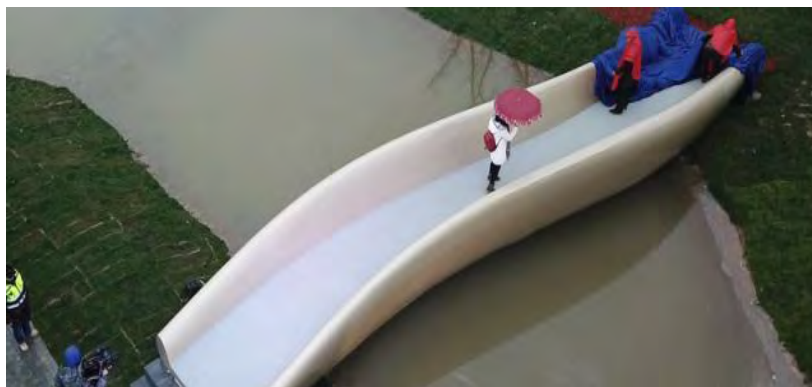


Рисунок 5 – Пешеходный мостик в парке города Шанхай (Китай)
(Источник – <https://chinaplus.cri.cn/chinaplus/photo/china/18/20190112/234804.html>)

ASA является распространенным в трехмерной печати материалом, однако имеет более высокую ударопрочность, а также обладает устойчивостью к воздействию химических веществ и климатических условий.

Изначально инженеры создавали мосты, длиной в пять метров, после работа приобрела более масштабный характер.

В результате сотрудники компании Shanghai Construction Group построили мост, габариты которого составляют 15,25 x 3,8 x 1,2 метров. Сооружение способно выдерживать вес до 250 килограммов на квадратный метр, вес самого моста достигает 5,3 тонны. Данная конструкция является самым тяжелым в мире пластиковым объектом, который напечатан при помощи 3D-принтера [4].

Такие визуальные эффекты прекрасно подчёркивают эстетику полимерного печатного изделия. Процесс подготовки к началу производства работ, включавший проектирование, лабораторные эксперименты и расчёты занял около полутора лет.

Абстрактная скульптурная форма и гляцевитая поверхность – два приёма выразительности, при помощи которых формируется архитектурное решение этого современного объекта. Геометрия нового моста максимально контрастирует с естественной природной средой парка, в котором он располагается. Эффект демонстративной антропогенности, выраженный в эстетике переправы, возникает благодаря совместной работе нескольких факторов. Среди них – остроумное применение новаторского полимерного

материала, уникальность технологии изготовления объекта и полная свобода геометрии лёгкой динамичной современной формы [5].

Велосипедный ДНК-мост в г.Энсхеде (Голландия) открыт 27 июля 2017 года (Рис. 6).



Рисунок 6 – Велосипедный ДНК-мост в г. Энсхеде (Голландия)
(Источник – <https://www.arup.com/projects/dna-bridge>)

Проект велосипедного перехода с развязкой вело-движения в 2 уровнях над автомобильной трассой подготовлен компанией «АРУП». Переправа комбинированной конструкции собрана из стальных кососимметрично расположенных арок, очертаниями напоминающих спирали ДНК, и включённого в работу композитного пролётного строения из стеклопластика.

Эстетика этого моста является современной и реализует новые средства выразительности. Вместе с тем, применение композитных материалов и включение их в работу конструкции, фактически, никак не отражается на внешнем облике сооружения. Решение остаётся гибридным, что в должной степени соответствует комбинированному характеру конструкции объекта [5].

Литература:

1. 5 самых страшных стеклянных мостов в мире URL: <https://mydecor.ru/news/architecture/5-samykh-strashnykh-steklyannykh-mostov-v-mire/> (дата обращения 16.11.2023).
2. Мост из льна и биосмолы в Нидерландах URL: <https://compositeworld.ru/articles/app/id627b59b50e5c8f00199ab8d6> (Дата обращения 18.11.2023).
3. Мост «Стрекоза» URL: <http://moura.nl/Dragonfly-project.html>
4. 3D-printed bridge opens in Shanghai park URL: <https://chinaplus.cri.cn/chinaplus/photo/china/18/20190112/234804.html> (Дата обращения 18.11.2023).
5. Стругач А.Г., Трифонов А.Г. Архитектура современных пешеходных мостов из фиброармированных композитных материалов // Интернет-журнал «Транспортные сооружения», 2019 №1, <https://t-s.today/PDF/17SATS119.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ. DOI: (дата обращение 10.11.2023).