

ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ МОСТОВЫХ СООРУЖЕНИИ

*Манасарьян Кирилл Сергеевич, студент 3-го курса специалитета
кафедры «Автомобильных дорог, мостов и тоннелей»
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный
университет, г. Санкт-Петербург
(Научный руководитель – Корныльев Е.Н., канд. техн. наук, доцент)*

Для мостового строительства в последние десятилетия наблюдается общемировая тенденция к замещению традиционных материалов новыми, обусловленная, как правило, тремя группами причин:

Функциональными – изменение нормативных требований к физико-механическим свойствам конструкций мостовых сооружений ввиду увеличения транспортных потоков, тоннажа грузоперевозок, осевых нагрузок.

Рекреационными – связаны с неэффективностью традиционных методов защиты современных и реставрации изношенных конструкций;

Ресурсными – истощаемость запасов природных ресурсов, и возросший на фоне глобальных экологических проблем интерес к эко-материалам ;

Возросший интерес у инженеров-исследователей вызывают материалы на основе высокомолекулярных органических или комплексных неорганических соединений, к которым, в частности, относятся пластики на волокнистых полимерах, фибробетон и стекло.

Пластики на волокнистых полимерах. Композитные материалы составлены из нитяной матрицы, выполняющую армирующую роль и заключенную в эпоксидную или каучуковую оболочку, придающую связность и жёсткость основе. Сферами применения волокнистых пластполимеров являлись авиа-, судо-, автомобилестроение , а с начала 90-х годов прошлого столетия началось их внедрение в мировую практику производства частично- и цельнокомпозитных мостовых сооружений и конструкций.

Согласно источникам к 2019 г. в мире насчитывалось 355 композитных мостовых сооружений, в том числе малых и пешеходных мостов, надземных переходов: например, в России только 20 конструкций к общему числу в 72500, что составляет не более 0.03%, когда как в Соединённых Штатах Америки – 252 к 617000 (0,15%) [1].

Сырьевую основу для волокнистых полимеров составляют: стеклопластики (расплавленные при температурах 1000-1800 С° карбонатные

или силикатные породы, [2]), углепластик (модификации углеродистых соединений), кевлар (полиамидные цепочки), базальтовое волокно (стекловолокно на основе базальтовых пород, [3]). Технологии формования волокнистых пластмасс также обширны: ручные по типу распыления (spray-up) и жидкой формовке (lay-up) в специальных опалубках, а также автоматизированные, как вакуумная инфузия («вытяжка» по типу веретена) и пултрузия (склеивание и профилирование на едином станке)

Фибробетон. Полимерный тип бетона, в состав которого введена равномерно распределённая стружка (фибра) из стальных, полимерных (пенополистирол, пропилен) и натуральных (базальт, целлюлоза, растительные волокна) материалов. Основные функции такого заполнителя – армирование конструкций на молекулярном уровне и придание специальных свойств.

Классифицируют фибробетон на обычный (международное наименование – FRPC) и сверхвысокопрочный (UHPC), основными отличиями между которыми является количество вводимой фибры, – до 1% и до 3% от общей массы соответственно, – и степень упрочнения и адгезии микроарматуры с телом бетона. [4]

Технология введения волокон для укрепления стройматериалов по историческим данным известна с Вавилонской эпохи, когда в тела кирпичных блоков добавляли конский волос или овощные волокна. Но масштабно фибробетон применяли лишь с 60-х годов прошлого столетия. Точное количество фибробетонных мостовых сооружений в мире неоднозначно: считается, что в среднем из 5500-5600 бетонных мостовых сооружений для тридцати в большей или меньшей степени применён фибробетон ($\approx 0,55\%$)

Стекло. Из считающегося непригодным для мостостроения стекла, на самом деле, возможно изготовить плиты пролётных строений и даже малые фермы, о чём свидетельствуют европейские научные разработки и китайские строительные достижения в возведении стеклянных мостовых сооружений, по независимым оценкам общее число которых достигает 2300. [5] Самыми известными являются висячие мосты Чжанцзяцзё с пролётом в 430 м и возвышающийся над землёй более чем на 250 м и Пиньянь, открытый в 2015 г. и ставший первым большим мостовым сооружением, пролётное строение которого было выполнено из стекла (Рис 1.)



Рисунок 1 – Мост Пиньянь, Китай (Фото: ABC News [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.abc.net.au. Дата доступа: 19.11.2020)

Оценка достоинств и недостатков вышеприведённых материалов для мостостроения приведена в (Табл. 1)

Таблица 1 – Оценка свойств инновационных материалов

| Материал | Преимущества | Недостатки |
|----------------|--|--|
| Стекло-волокно | <ol style="list-style-type: none"> 1. Большие показатели коррозионной стойкости, чем у традиционных ЖБ конструкций 2. Снижение затрат на обслуживание 3. Лёгкий вес | <ol style="list-style-type: none"> 1. Слабая устойчивость к ударным нагрузкам 2. Небольшая перекрывающая способность 3. Ограниченность в применения стандартных методов испытания |
| Фибро-бетон | <ol style="list-style-type: none"> 1. Большая пластичность при растяжении, чем у обычных бетонов 2. Удобство обращения с бетонной смесью 3. Высокая перекрывающая способность 4. Ускорение производства работ по армированию | <ol style="list-style-type: none"> 1. Высокая зависимость стоимости работ от технологического оснащения организации-исполнителя работ 2. Показатели прочности на сжатие не выше, чем у обычных бетонов 3. Ограниченная возможность применения полезных добавок в бетонную смесь |
| Стекло | <ol style="list-style-type: none"> 1. Абсолютные антикоррозионные показатели . 2. Существенные прочностные показатели на сжатие при должной обработке материала 3. Внешняя привлекательность | <ol style="list-style-type: none"> 1. Большая стоимость материала и процедур производства, обращения 2. Высочайшая хрупкость 3. Анизотропия материала, повышающая риски растрескивания |

Несмотря на положительные свойства вышеописанных материалов, существуют с их массовым внедрением в строительную практику. К таковым относятся: дороговизна исследовательских работ, отсутствие структурированной нормативной документации, необходимость налаживания производственных процессов. Однако, результативность реализованных проектов свидетельствует о движении инженерной мысли в сторону большего

использования в мостостроении передовых разработок из области материаловедения.

Литература:

1. Frederick T. Glass Fibers / Frederick T., Wallenberger, James C. Watson, Hong Li. // ASM Handbook: Vol.21.– US: ASM International, 2001.– P 29-31
2. Robert Sonnenschein. FRP Composites and their Using in the Construction of Bridges / Robert Sonnenschein, Ivan Holly, Katarina Gajdosova // State University of Technology , Bratislava, Slovakia.– Czech Republic: WMCAUS, 2016 Mode of access: https://www.researchgate.net/publication/309268786_FRP_Composites_and_their_Using_in_the_Construction_of_Bridges.– Date of access: 08.05.2020.
3. Why are there so few bridges in Russia? [Электронный ресурс] Режим доступа: https://www.rbth.com/business/2016/05/31/why-are-there-so-few-bridges-in-russia_598937.– Дата доступа: 19.11.2020
4. Ойген Брювилер. Улучшение прочностных и эксплуатационных характеристик мостовых конструкций с использованием сверхвысокопрочного фибробетона // Журнал «Дорожная держава».– СПб: Отраслевая медиа-корпорация «Держава», 2020.– №95, 2020 – С. 53-54, 59;
5. Top 10 Glass Bridges in China [Electronic resource].– Mode of access: <https://www.travelsr.com/china/glass-bridges.php>.– Date of access: 19.11.2020.