



Стеклопластиковые мосты – история и взгляд в будущее

Scott Reeve, Composite Advantage LLC

Скотт Рив из Composite Advantage LLC рассказывает о преимуществах и недостатках стеклопластиковых мостов, а также описывает те случаи, когда выбор стеклопластиковой технологии мостостроения позволяет удовлетворить требованиям современного рынка.

Рынок стеклопластиковых композитов для мостостроения, обладающий более чем 14-летней историей, предлагает значительное преимущество для развития транспортной инфраструктуры, как в США, так и по всему миру. И хотя в самом начале специалисты предсказывали большие объемы потребления стеклопластика, его реальное количество осталось небольшим, что обусловлено рядом факторов. Однако следует отметить, что за последнее десятилетие появились специальные мостовые конструкции, оптимальным выбором для которых является стеклопластик.

Композитная технология была впервые применена в мостостроении в 1996 году в США как ответ на требования по коррозионной стойкости и долговечности. Передовые свойства композитов обусловили быструю сборку конструкции, увеличили несущую способность и позволили буквально обойтись без текущих ремонтов. Начиная с этого момента более 100 мостов в США получили новую жизнь благодаря композитам (а во всем мире – более 200).

Эти проекты помогли доказать возможности новой технологии и открыли проектировщикам и владельцам мостов новый ценный конструкционный материал. Ранние проекты послужили демонстрационной площадкой, где исследователи и разработчики постепенно вводили стеклопластик в отрасль мостостроения. Сейчас, когда демонстрационный этап завершен, стеклопластиковые настилы мостов выбирают на



конкурсной основе, сравнивая их с традиционными материалами. Следующие оценки, примеры и сравнения помогут нам сконцентрироваться на тех областях, где стеклопластик предоставляет максимум преимуществ владельцам мостовых конструкций.

Значительные преимущества

Стеклопластиковые настилы мостов обладают рядом преимуществ, которые обеспечивают разработчикам и владельцам мостов быстрые, но при этом надежные решения.

Низкий вес

Вес стеклопластикового настила составляет всего 10-20% от веса аналогичного железобетонного покрытия. Использование стеклопластикового настила взамен бетонного в значительной степени снижает нагрузку на мост. Это означает, что структуры, классифицируемые как высоконагруженные, могут теперь классифицироваться как обычные, а стареющие структуры могут обходиться без ремонта в течение более длительного времени – до момента полной замены. В новой конструкции более низкий собственный вес обеспечивает обуславливает снижение веса всей конструкции, ведь размер структурных элементов и основания тоже уменьшается. Так как панели стеклопластикового настила обычно весят менее 6 000 фунтов каждая, для их установки можно использовать более простое оборудование. Обычно достаточно экскаваторов и погрузчиков, которые уже есть на месте. Не требуется привлечение дорогостоящих кранов, что снижает затраты на установку мостового покрытия, а также является неоспоримым преимуществом в тех случаях, когда использование высоких кранов ограничено высотой ЛЭП.

Коррозионная стойкость

Коррозия армирующей стали – это важнейшая причина повреждения бетонных покрытий мостов. Процесс коррозии ускоряется в результате применения антиналедей (солей) в сочетании с нагрузками от проходящего потока машин, который часто оказывается значительно интенсивнее ожидаемого. Так как стеклопластик не подвержен коррозии, композитные мостовые настилы являются оптимальной альтернативой традиционным материалам. Это преимущество наиболее важно для холодных снежных регионов или прибрежных областей, омываемых соленой морской водой. Стеклопластик характеризуется высокой надежностью работы в коррозионноопасных средах - 50 лет без разрушений. Это является мощным поводом предполагать, что срок службы стеклопластиковых настилов будет достигать 75-100 лет.

Быстрая установка

Панели стеклопластикового настила изготавливаются в заводских условиях, а затем привозятся на место установки – простота и легкость этих операций являются неоспоримым преимуществом



стеклопластика по сравнению с традиционным бетоном, который обычно заливается по месту. Кроме того, подобный подход позволяет тщательно контролировать качество готового настила, значительно снизить количество задержек и, что, вероятно, наиболее важно, свести к минимуму время простоя моста. Как только надстройка подготовлена,

устанавливаются стеклопластиковые панели, и мост готов. Не требуется возводить леса, укладывать арматуру, заливать бетон, удалять леса и т.д.

Высокая прочность

Композиционный настил обладает высокой прочностью, что делает его весьма безопасным. Поскольку стеклопластик не такой жесткий, как сталь или арматура, именно требования к жесткости стимулируют проектирование новых композитных настилов. Критерий прогиба стал важнейшим при проверке рабочих характеристик. Даже к бетонным настилам не предъявляется таких высоких требований, в частности потому, что стеклопластик до сих пор считается чем-то новым, а конечные пользователи стремятся минимизировать растрескивание поверхности по мере ее износа. Однако статические тесты стеклопластикового настила ясно показывают, что композиты в значительной степени превосходят требования, предъявляемые к подобным материалам, и обеспечивают высокий фактор безопасности.

Низкая стоимость жизненного цикла

Коррозионная стойкость обеспечивает невысокие затраты на техническое обслуживание стеклопластиковых настилов, что, соответственно, снижает затраты. Кроме того, это обуславливает более длительный срок службы, что, в свою очередь, также снижает стоимость жизненного цикла подобной конструкции.

Залог будущих преимуществ

Первостепенное преимущество стеклопластика в мостостроении – его коррозионная стойкость, обеспечивающая длительный срок службы и минимальное техническое обслуживание. Однако большинство преимуществ стеклопластика относится к будущим периодам. Как бывает в большинстве случаев, самые существенные преимущества сочетаются с высокой ценой. Экономическая трудность для большинства владельцев мостов заключается в том, что сначала нужно заплатить, а уже потом, в будущем, воспользоваться преимуществами. Правительственные организации обычно выбирают самую низкую цену, не принимая во внимание будущие экономические выгоды. Учитывая высокую степень износа инфраструктуры и ограниченное

финансирование, муниципальным организациям сложно платить за будущие преимущества. Способность государственных мостовладельцев правильно оценить реальные затраты на весь жизненный цикл мостов является критическим моментом, который позволит новейшим технологиям, таким как стеклопластик, привнести на рынок свои преимущества и ценность.

Принимая во внимание проектную надежность стеклопластиковых настилов, экономия на замене элементов и техническом обслуживании в течение 100 лет службы моста будет гораздо больше, чем первоначальные затраты на его изготовление и установку. Экономическая выгода в течение срока службы моста более чем окупает затраты на стеклопластик (по сравнению с обычными материалами). Однако обещания долговечности и надежности воспринимаются представителями строительной отрасли с некоторым скептицизмом.

Рыночные реалии

Когда стеклопластик только начал появляться на рынке мостостроения, его значительные преимущества стали основанием для предположений, что этот материал захватит определенную долю рынка. Краеугольным камнем такого проектирования стал тот факт, что из более чем 580 000 мостов, расположенных в США, 197 000 были признаны не отвечающими требованиям стандартов. Эти внушительные цифры привели к некоторой переоценке возможностей проникновения композитов на рынок мостостроения. По прошествии более чем 14 лет видно, что стеклопластик до сих пор не стал предпочтительным конструкционным материалом для этой отрасли. Этому есть множество причин, однако основная – это высокая первоначальная цена на стеклопластик в сравнении с традиционными конструкционными материалами.

Первоначальная цена на стеклопластик обуславливается следующими факторами:

- Ценой на сырье – материалы высокого качества не могут стоить дешево;
- Индивидуальностью мостов – каждый мост требует отдельного проекта. Поскольку стеклопластик – это новая технология, есть дополнительные затраты на проектирования, которых обычно нет при использовании традиционных материалов, для которых уже существуют стандартные требования и проектные процедуры;
- Низкий объем – для того, чтобы захватить большую часть рынка, требуются высокие объемы.

Другие факторы – реальный объем рынка, конкурентная среда и бюджет. Многие мосты, которые были признаны не соответствующими стандартам, все еще находятся в более-менее нормальном состоянии и могут использоваться десятилетиями. Необходимость восстановления старых мостов

в сельских областях с малой плотностью дорожного движения также откладывается на десятилетия.

В то же самое время активно развивается конкуренция. Ценность бетона повысилась благодаря ряду технологических улучшений (таким как низкая плотность). Бетон – это простое, недорогое и хорошо изученное решение.



Бюджеты постоянно сокращаются, что заставляет владельцев мостов стараться получить максимальный результат за минимальные деньги. Это приводит к тому, что выбор падает на самые дешевые (и зачастую самые недолговечные) варианты.

К сожалению, будущим работникам, которым достанутся мосты, придется столкнуться с последствиями такого выбора. Исследования стоимости жизненного цикла показывают, что в 75-85% таких показателей не принимались в расчет в момент принятия первоначального решения. Не обращали внимания и на стоимость технического обслуживания, несмотря на то, что она довольно велика и часто необходима.

Объем, вне зависимости от типа продукта, это еще один важный параметр в выборе оптимального производственного процесса. Для изготовления стеклопластиковых настилов используются в основном два производственных процесса.

Первый – периодический процесс инфузии, по которому панели настила от начала до конца изготавливаются как индивидуальные изделия. Смола пропитывает стекловолокно, в результате чего получается целая формованная панель.

Пултрузия, второй важный процесс, является непрерывной, и позволяет производить детали постоянного поперечного сечения. Благодаря этому процессу есть возможность изготавливать различные по геометрии изделия, которые затем могут использоваться для панелей настила. Пултрузия является самым экономически выгодным вариантом при высоком спросе на готовые изделия. Когда стеклопластик только начал использоваться в мостостроении и производители ожидали высокий уровень спроса на него, пултрузия рассматривалась на самую лучшую с экономической точки зрения технологию.

Однако таких высоких объемов достичь не удалось, причиной этому явились весьма жесткие ограничения по проектированию и строительству. Одно из ключевых ограничений заключается в том, что каждый мост должен иметь уникальную конфигурацию и различные требования. Повторы крайне редки. В результате стоимость инфузии и пултрузии одинакова.

Где сегодня используются стеклопластиковые мосты



Сегодня использование стеклопластика в мостостроении развивается, в основном, в четырех основных направлениях (вне зависимости от цены). Для каждого из этих направлений характерны строгие требования по малому весу конструкции, что позволяет достичь дизайнерских и эксплуатационных целей. В этих случаях владельцы мостов получают все преимущества коррозионной стойкости и долговечности в сочетании с низким весом стеклопластикового настила.

Направления, где используются стеклопластиковые настилы:

- Передвижные разборные мосты
- Мосты на стальных фермах
- Мосты со стальными решетками
- Пешеходные зоны на автомобильных мостах

Передвижные разборные мосты чаще всего используются в прибрежных и портовых зонах. Мосты, расположенные в крупных портовых городах на побережьях, реках и озерах, должны обеспечивать как доступ высоконагруженных фур в порты, так и проход/проезд на коммерческие суда. Прибрежные города, в которых есть реки и каналы, имеют мосты, работающие не только в с коммерческими, но и прогулочными судами. Чаще всего это подъемные и разводные мосты. Обычно настил таких мостов представляет собой стальную решетку или железобетон. Вес настила напрямую влияет на стоимость механического оборудования и текущие расходы. Стеклопластиковый настил – это самое легкое по веса решение, обеспечивающее защиту надстройки моста и стальных решеток. Подобные настилы используются для передвижных мостов. В некоторых случаях мосты располагались в портовых областях, и поэтому подвергались значительным нагрузкам от проходящего транспорта. Поскольку движущим фактором является вес, чаще используется покрытие из полимербетона, нежели более толстое и тяжелое асфальтовое.

История

Легковесные мостовые настилы имеют особую ценность для исторических металлических мостов со сквозными стальными фермами. Большая часть подобных конструкций была создана в первой половине 1900-х гг. и имеет особую историческую ценность для общества. Эти мосты несут особо высокие нагрузки, ведь их разработка велась без учета существующего сейчас огромного количества машин. Стеклопластик же является отличным способом снижения критической

нагрузки. Это снижение может достичь 80 фунтов/кв.фут. Вместо того, чтобы сносить исторические мосты, специалисты используют стеклопластиковые настилы, сохраняя тем самым историческое наследие без ущерба несущей способности конструкции.

Будущее стеклопластиковых настилов

Мы уверены, что в будущем стеклопластик продолжит активно развиваться, ведь все больше и больше дизайнеров и проектировщиков выбирают его в качестве конструкционного материала.

Статья написана по материалам журнала Reinforced Plastics, оригиналы которых Вы можете найти по ссылкам:

1. [FRP bridge decking – 14 years and counting](#)

©Все фотографии принадлежат авторам