



УДК 627

КОМПОЗИТНЫЕ ШПУНТОВЫЕ ПРОФИЛИ ДЛЯ РЕНОВАЦИИ ОБЪЕКТОВ ИНФРАСТРУКТУРЫ ВНУТРЕННЕГО ВОДНОГО ТРАНСПОРТА

Егоров Сергей Вячеславович, вице-президент ассоциации портов и судовладельцев речного транспорта, Россия, Москва, Ленинградское шоссе, 59.

Гарибин Павел Андреевич, д.т.н., доцент, профессор кафедры гидротехнических сооружений, конструкций и гидравлики ГУМРФ имени адмирала С.О. Макарова, Россия, Санкт-Петербург, ул. Двинская 5/7.

Федяшов Артем Вячеславович, аспирант кафедры гидротехнических сооружений, конструкций и гидравлики ГУМРФ имени адмирала С.О. Макарова, Россия, Санкт-Петербург, ул. Двинская 5/7.

Аннотация: Проанализирована эффективность использования шпунтовых свай из композиционных полимерных материалов как базы современных инновационных технологий в целях увеличения сроков службы и безопасной эксплуатации объектов инфраструктуры водного транспорта. Рассмотрены преимущества применения композита в сравнении с традиционно применяемыми материалами.

Ключевые слова: реновация, инфраструктура, водный транспорт, композитные шпунты.

Вода является одним из важнейших элементов биосферы, без которого невозможна жизнедеятельность человека. Для использования водных ресурсов внутренних водных путей (ВВП) возведены и эксплуатируются различные виды гидротехнических сооружений (ГТС) образующие сложные природно-технические системы. Отличительной особенностью гидротехнических сооружений (плотины, судоходные каналы, шлюзы, причальные сооружения, берегоукрепление и т.д.) является то, что они находятся на границе взаимодействия друг с другом различных сред и включают в свой состав как подводную, так и надводную часть. Изменения окружающей среды проявляются здесь наиболее полно, например порт – местная зона разгрузки грунтовых вод, что особенно характерно для речных и устьевых сооружений.

Среди проблем строительства и технической эксплуатации воднотранспортных сооружений можно отметить [1]:

- нарушение геодинамического равновесия – образование техногенных аномалий;
- интенсификация процессов развития микроорганизмов, влияющих на физико-механические свойства грунтов;
- отсутствие мероприятий по локализации потенциально экологически вредных грузов;
- изменение форм нахождения химических элементов, в том числе и наиболее опасных для человека, в процессе строительства ГТС.

Решение указанных проблем позволит более обоснованно предусмотреть соответствующие конструктивные и физико-механические особенности элементов конструкций.

Учитывая тот факт, что большинство ГТС Единой глубоководной системы Европейской части РФ были введены в эксплуатацию в середине прошлого века и имеют значительный физический и моральный износ потребность в ремонте, усилении, реконструкции или полной замене сооружений стремительно возрастает. В настоящее время особое внимание уделяется обоснованному принятию технических решений по определению расчетного срока службы ГТС на основании рассмотрения их полного жизненного цикла.

На сегодняшний день отмечен стремительный рост разработки и внедрения изделий из полимерных композитов в самые различные области строительства, что способствует успешной замене многих традиционных строительных материалов – металла, керамики, стекла, древесины и т.д. Композитные материалы представляют собой объединение схожих или разнородных компонентов для получения материала с новыми заданными свойствами и характеристиками. С появлением такого рода материалов возникает возможность селективного выбора свойств композитов, необходимых для удовлетворения нужд каждой конкретной области применения. В какой бы области науки и техники ни появлялась необходимость создания материалов с комплексом новых свойств, которые ни один гомогенный материал не может обеспечить, такими материалами становятся композиты.

Высокие потребительские характеристики полимерных композитов востребованы сегодня в аэрокосмической, строительной технике, кораблестроении и в других отраслях промышленности, в том числе на водном транспорте и объектах его инфраструктуры. Происходит активное использование широкого спектра изделий из композитных материалов и в гидротехническом строительстве, а именно: берегоукрепление, укрепление склонов, защита от паводков и наводнений, создание искусственных водоемов, противодиффузионных завес и т. д.

Ежегодное повышение цен на металлопрокат [2] заметно влияет на снижение спроса на металлическую продукцию, так как стоимость строительных объектов может включать до 60-75 % цены на металл. Одновременно с этим с учетом развития технологий производства композитных материалов их стоимость в некоторой степени снижается. Следует отметить, что темпы роста объема отечественного композитного рынка значительно выше, чем мирового, их ежегодный прирост составляет примерно 20 % [3].

В строительной индустрии имеет место значительное наращивание использования композита, в качестве усиления несущих конструкций, самих несущих конструкций, композитной арматуры, выполнения работ нулевого цикла и т.д., этому способствуют отличительные характеристики композита: высокая прочность, коррозионная стойкость и низкий удельный вес [4], [5], [6].

В России организовано порядка десяти способов промышленного производства композитного материала это литье, экструзия, штранг-прессование, вакуумная инфузия, инъекционная пултрузия и т.д. Разнообразие видов структура комплекса их свойств, возможности модификации состава и структуры связаны с тем, что для их получения в качестве связующих используются практически все известные термопласты и реактопласты [7-8] соответственно используются разнообразные материалы и вещества наполнителей в виде дисперсного порошка, волокон, тканых, нетканых, листовых и пористых объемных материалов [9].

Составляющим звеном инфраструктуры ВВП являются различные по своему назначению, конструкциям и форме причальные сооружения которые должны обеспечивать защиту здоровья, жизни и законных интересов людей, окружающей среды и хозяйственных объектов [10]. Авария или временный вывод причального сооружения из эксплуатации влечет за собой значительные материальные, экологические и социальные потери. Проблема устойчивой и безотказной эксплуатации этих объектов, необходимость

ремонта, усиления и модернизации причальных сооружений является в последние годы проблемой не менее важной, чем строительство новых объектов.

В настоящее время одним из важных элементов конструкции большинства причальных сооружений являются стальные шпунты, которые подвержены коррозии, истиранию, имеют значительную массу, требуют дополнительных людских ресурсов для их установки, увеличивая их общую стоимость. Так же важной статьёй затрат является обработка антикоррозийными составами, мероприятий по их ремонту, утилизации и т.д. Погружение композитных шпунтовых профилей осуществляется стандартными крановыми вибропогружателями.

Сегодня очевидно, что на смену ранее возводимым причальным сооружениям из деревянных, металлических или железобетонных элементов идут совершенно новые инновационные решения с использованием полимерных композитных профилей. Композитный полимерный шпунт высокоэффективен при устройстве подпорных стен, а также для городского и ландшафтного дизайна, что немаловажно для архитектуры населенных пунктов и получения престижного статуса «Голубой флаг».

Он имеет высокую механическую стойкость к растрескиванию, истиранию, появлению царапин, деградации к атмосферным воздействиям, не подвержены гниению, коррозии и воздействию агрессивной среды, устойчивы к сезонным перепадам температуры (несущая способность стенки выдерживает нагрузку от 200 кН/м при температурном режиме от +50°С до -60°С без остаточной деформации) и т.д. Способность композита противостоять агрессивной среде намного выше, чем у стали и бетона, монтаж самих стен проще и экономически доступнее, небольшая масса обеспечивает легкость и простоту в логистике и монтаже, работу в труднодоступных местах при любых погодных условиях, нет необходимости применения крупногабаритной техники. [11, 12]. Шпунтовая свая имеет достаточную глубину погружения в грунт и служит водонепроницаемым барьером между водой и грунтом. Соединения шпунта находятся вдоль боков, т.е. в отдалении от зоны наибольших нагрузок (рис. 1). Гарантийный срок службы свай из этого материала – может быть неограничен.

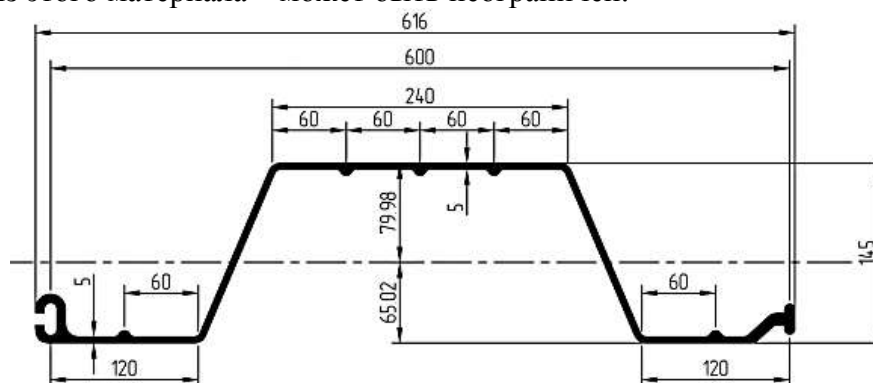


Рис. 1. Композитный шпунт Ларсена ШК-150

На композитные шпунтовые профили действует ГОСТ Р 57942-2017 «Шпунт композитный полимерный. Общие технические требования и методы испытаний». НИУ МГСУ разработан СТО 86396208-001-2020 «Шпунтовые ограждения из полимерных композитных профилей. Расчет и проектирование».

Таблица 1

Основные технические характеристики композитных шпунтов корытного профиля [11]

Наименование показателей	ШК 150 УМ	ШК 200 УМ
Масса 1 м ² , кг	21,3	31,3
Прочность на растяжение, Мпа	650,0	650,0
Момент сопротивления, см ³ /м	126,9	976,8
Допустимый изгибающий момент, кН*м	98,0 (30*)	225,0 (68*)
Логистические расходы □/м ² /км	0,06	0,09
Стоимость защиты от коррозии □/м ²	0	0
*При действии только постоянных нагрузок		

Как пример: Российскими предприятиями освоено производство композитных шпунтов корытного профиля ШК-150, ШК-200 (табл. 1) позиционирующие себя как надежные по некоторым параметрам превосходящие металлические аналоги и современный вариант для обустройства береговой полосы, причального фронта и возведения гидротехнических сооружений.

Применение данного типа шпунтовых свай с максимальной длиной до 6,0 м. на практике реализовано на следующих объектах: берегоукрепление (Река Пахра – 70 м, Река Бурная – 70 м, Пироговское водохранилище – 200 м, Финский залив – 200 м); причальная стенка (Куйбышевское водохранилище – 100 м); подпорная стенка (Чебоксарское водохранилище – 55 м).

Зарубежный опыт применения композита намного шире, соответственно и технологии производства разнообразнее. При этом, однако, в сравнении с характеристиками зарубежных производителей отечественные заявляют более серьезные прочностные характеристики.

Специалистами российской компании ЗАО «Пултрузионные технологии» на базе последних высокотехнологических разработок мировой композитной промышленности была разработана и запатентована совершенно новая серия шпунтовых свай из ультракомпозитного материала.

Подводя итог, можно отметить значительные перспективы применения композитного шпунта взамен металлического. На сегодняшний день существует ряд сдерживающих факторов, особенно в строительстве, а это значительная часть рынка потребления. Основной причиной тормозящей развитие композитной отрасли в России, является неразвитость внутреннего рынка потребления, недостаток подготовленных профессиональных кадров. Система нормативно-технической документации для применения композитных материалов в строительстве несовершенна.

В 2012 году была разработана Программа внедрения композитных материалов, конструкций и изделий в соответствии с перечнем поручений Президента РФ, Министерством транспорта РФ утверждена программа внедрения новейших технических решений с применением полимерных композитов. В республике Беларусь в 2014 прошло заседание Совета государственных администраций морского и речного транспорта КТС СНГ где остро обсуждалась тема использования композитных материалов на водном транспорте и объектах его инфраструктуры. На сегодняшний день разработано более 400 нормативных актов, но введено в действие всего лишь 218, где большинство это стандарты или методы контроля и испытаний композитных материалов.

Компании производители композитной продукции неоднократно озвучивали претензии к низкому уровню проработки документов, когда написание новых стандартов подгоняется под нормы традиционных материалов и методики их испытаний.

Для развития отрасли, помимо наличия адекватной нормативной базы, необходимо обеспечить достаточный спрос со стороны крупных строительных компаний, при этом

разрушить стереотипы о единственном возможном варианте исполнения конструкций – металлическом.

На сегодняшний день в России работает значительное число предприятий по выпуску композитных материалов и конструкций, основной номенклатурой является трубная продукция для коммунального и нефтегазового сектора. За 20 лет данная продукция показала свою эффективность и надежность на практике при прокладке в агрессивных коррозионных условиях и для транспортировки сероводородсодержащих.

Выводы:

За последние годы в нашей стране появились новые возможности и инновационные технологии в создании изделий из композитных материалов, в том числе шпунтовых профилей, которые способны противостоять агрессивной среде, имеют высокую механическую стойкость к растрескиванию, истиранию, появлению царапин, деградации к атмосферным воздействиям, не подвержены гниению, коррозии устойчивы к сезонным перепадам температуры. Однако на объектах инфраструктуры ВВП композитные шпунтовые профили используются недостаточно активно, в основном это берегоукрепление.

Существует необходимость провести разработку нормативно-технической документации, регламентирующих требований к производству и применению на объектах его инфраструктуры ВВП полимерных композитов и изделий из них. Это позволит начать активное внедрение инновационных технологий с применением полимерных композитов, и использование технических решений, ранее примененных и имеющих подтверждение технической, экологической, экономической эффективности, надежности и безопасности.

Список литературы:

1. Гарибин П.А. Геоэкологические проблемы при строительстве и эксплуатации причальных гидротехнических сооружений / Гарибин П. А., Кукуй А. Л., Шабанов В. И. Гидротехника XXI век, СПб.: 2010, № 3, с 42-45.
2. Динамика цен металлопроката. – М.: Металлоторговая система Metalsea, 2019. – <http://metalsea.ru/pricesummary>
3. Российский рынок композитов показывает ежегодный рост на 20 %. – Официальный сайт Министерства промышленности и торговли РФ, 2017. – http://minpromtorg.gov.ru/press-centre/news/#!rossiyskiy_rynok_kompozitov_pokazyvaet_ezhegodnyy_rost...
4. Каблов Е. Н. Композиты: сегодня и завтра // Металлы Евразии. 2015 №1 С.36-39.
5. Тимошков П. Н., Коган Д. И. Современные технологии производства полимерных композитных материалов нового поколения // Труды ВИАМ: науч-технич. Журнал 2013 г. №4 Ст. 7
6. Михайлин Ю. А. Конструкционные полимерные композиционные материалы . СПб.: НОТ, 2008. Ст. 820-830.
7. Барштейн Г.Р., Сабсай О.Ю. Технологические свойства термопластов с минералорганическими наполнителями. М., НИИТЭХИМ, 1988.
8. Филатов В.И., Корсаков В.Д. Технологическая подготовка процессов формования изделий из пластмасс. Л., Политехника., 1991
9. Кербер М. Л., Виноградов В. М., Головкин Г. С. Полимерные композиционные материалы: структура, свойства, технология: учеб. пособие / Под ред. А.А Берлина. — СПб.: Профессия, 2008.-560с.
10. СП 58.13330.2019 Гидротехнические сооружения. Основные положения СНиП 33-01-2003 Официальное издание. М.: Стандартинформ, 2020.

11. Немолочнов А. Г. Совершенствование конструкций берегоукрепительных сооружений с использованием композитного шпунта. диссертация кандидата технических наук, Москва 2019г.

12. Максимов Д.В. Композитные полимерные шпунтовые профили в гидротехническом строительстве / Максимов Д.В., Грязнов Ю.Н., Михалдыкин Е.С. СПб, ГИДРОТЕХНИКА 3(64) 2021, с. 80-81, ISSN 2227-8400.

COMPOSITE SHEETING PROFILES FOR RENOVATION OF INLAND WATER TRANSPORT INFRASTRUCTURE OBJECTS

Sergey V. Egorov, Pavel A. Garibin, Artem V. Fedyashov

Abstract: The effectiveness of using sheet piles made of composite polymer materials as the basis of modern innovative technologies in order to increase the service life and safe operation of water transport infrastructure facilities is analyzed. The advantages of using a composite in comparison with traditionally used materials are considered.

Key words: renovation, infrastructure, water transport, composite sheet piles.