

**Перспективы применения наплавных конструкций
с использованием композитных материалов при реновации
внутренних водных путей Российской Федерации**

Ялышев А. И, Гарибин П. А.

Государственный университет морского и речного флота
им. адмирала С. О. Макарова
Санкт-Петербург, Российская Федерация

Приведены примеры реализованных в РФ конструкций морских и речных гидротехнических сооружений, возведенных из наплавных блоков. Обозначена цель и сформулированы задачи планируемой работы по внедрению данной технологии для решения актуальных проблем гидротехнического строительства. Рассмотрены основные направления по широкому внедрению наплавных конструкций с использованием композитных материалов при реновации внутренних водных путей Российской Федерации.

В настоящее время в мировой и отечественной практиках строительства гидротехнических объектов существенное место занимают наплавные сооружения ввиду удобства и минимизации издержек при выполнении строительно-монтажных работ. Применение конструкций из наплавных блоков позволяет снизить объем капитальных вложений в строительство путем организации основного цикла строительно-монтажных работ в заводских (доковых) условиях и доставки к месту будущей эксплуатации изделия практически полной заводской готовности. Это в свою очередь особо актуально для слабо освоенных регионов крайнего севера, а также объектов, находящихся в условиях непрерывной эксплуатации, таких как внутренние водные пути. Применение композитных материалов позволяет повысить эксплуатационные качества, а также снизить стоимость возводимых конструкций без потери основных эксплуатационных характеристик.

На текущий момент в Российской Федерации на базе Центра строительства крупнотоннажных морских сооружений (ЦСКМС) ООО «НОВАТЭК-Мурманск» (г. Мурманск, Мурманский морской торговый порт) реализуется проект Федерального значения ООО «АРКТИК СПГ-2» на восточном берегу Обской губы. Составной частью проекта является строительство завода по производству сжиженного природного газа (СПГ) на основаниях гравитационного типа (ОГТ). ОГТ проекта «Арктик СПГ-2» представляют собой железобетонные блоки размером в плане 320 м (с учетом торцевых кантиливеров) на 120 м и высотой 30 м. Данные блоки являются одновре-

менно резервуаром для накопления судовой партии СПГ и стабильного газового конденсата (СГК) и причальной набережной, позволяющей ошвартовать танкер-газовоз вместимостью 170 тыс. м³ СПГ типа «ЯМАЛ-МАКС» (тип транспортных судов «Кристов Де Маржери»). Внешний вид конструкции изображен на рис. 1.

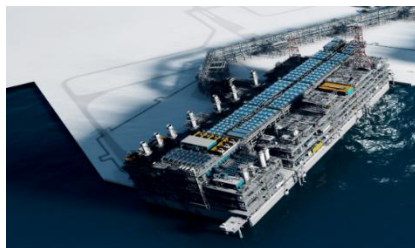


Рис. 1. Завод СПГ на ОГТ ООО «Арктик СПГ-2»

ЦСКМС позволяет производить данные сооружения полной заводской готовности с доставкой на объект эксплуатации посредством буксировщика и постановкой на подготовленное стояночное место, оборудованное береговой газотранспортной инфраструктурой и прибрежными портовыми мощностями, предназначенными для обслуживания объекта портовой инфраструктуры.

В 2022 году ПАО «Газпром» запущен в эксплуатацию объект «Морской отгрузочный терминал КС «Портовая» в бухте Дальняя Финского залива, данный объект является самым крупным терминалом по отгрузке СПГ в Балтийском регионе Российской Федерации. Основной функцией данного объекта является обеспечение энергетической безопасности г. Калининграда – анклава РФ на Западе страны. В тоже время, данный терминал позволяет осуществлять продажу СПГ иностранным контрагентам северной Европы, таким как: Германия, Польша, Нидерланды и Балтийским странам бывшего Советского Союза. Данный терминал был построен по проекту ЗАО «ГТ Морстрой» под руководством к. т. н. Л. В. Тозика. Основой концепции проекта являлось использование массивов-гигантов, которые изготавливались на стапелях и доставлялись на место постановки наплавным способом при помощи буксиров морского класса. Данный терминал способен принимать танкеры-газовозы вместимостью 140 тыс. м³ типа «Великий Новгород». Внешний вид Терминала СПГ «К/С «Портовая» изображен на рис. 2.



Рис. 2. Завод СПГ «К/С «Портовая»

Как показывает сложившаяся практика, применение наплавных конструкций по большей части апробировано в морском гидротехническом строительстве, при этом имеется положительный опыт использования данных конструкций при строительстве причалов и элементов шлюзов на внутренних водных путях.

Пионерная в России Кислогубская ПЭС (рис. 3) была введена в эксплуатацию в 1968 году. Проект станции был разработан институтом «Гидропроект». Впервые в мировой гидроэнергетической практике здание ПЭС возводилось наплавным способом (без перемычек), что позволило сэкономить при строительстве до 43 % капитальных затрат.



Рис. 3. Кислогубская приливная электростанция (ПЭС)

Железобетонное здание ПЭС было сооружено в доке вблизи Мурманска, а затем отбуксировано к месту установки по морю [4]. Наплавной блок здания Кислогубской ПЭС имеет размеры $36 \times 18,3$ м в плане и 15,35 м по высоте. Здание ПЭС представляет собой тонкостенную железобетонную коробку докового типа.

Конструкция образована днищевой плитой размером в плане $18,3 \times 36$ м и толщиной 20 см, на которой параллельно ее торцевому обрезу расположены переборки толщиной 15 см. Шаг переборок 1,5–2 м. Вдоль длинной стороны плиты на всю высоту блока идут две бортовые стены толщиной всего 15 см (рис. 3).

Нагрузки и воздействия на возведенные наплавным способом ГТС в период их эксплуатации в створе ПЭС идентичны таковым при классическом способе строительства за перемычками в створе гидроузла и определяются воздействием природных и техногенных факторов с параметрами и процентами обеспеченности для расчета нагрузок и воздействий при их основном и особом сочетаниях.

На данной стадии развития экономики РФ актуальной является проблема реновации судоходных путей РФ [2], что вызвано как изменением габаритов расчетных судов, так и истечением нормативного срока службы гидротехнических сооружений. Существует потребность изменения габаритов судоходных каналов, камер шлюзов при строгих экологических и социальных ограничениях. В отрасли внутреннего водного транспорта завершился процесс спада перевозок, обусловленный экономическим кризисом в стране [3]. В настоящее время проблемы внутреннего водного транспорта определяются комплексом взаимосвязанных факторов:

- состоянием важнейших компонентов транспортной инфраструктуры отрасли – водных путей и гидротехнических сооружений на них;
- функционально-возрастной структурой и техническим состоянием флота как основного средства производства транспортных услуг;
- финансово-экономическим положением и структурой собственности судоходных компаний и портов;
- степенью развития рынков грузовых и пассажирских перевозок;
- наличием и функционированием Единой глубоководной системы Европейской части РФ, включающей крупнейшие реки, их притоки и межбассейновые соединения.

Общая протяженность эксплуатируемых в России внутренних водных путей в течение последнего десятилетия была сохранена на уровне немного свыше 100 тыс. км, однако ввиду недостаточного бюджетного финансирования дноуглубительных работ гарантированные габариты судовых ходов уменьшились, ухудшилось навигационное обслуживание на внутренних водных путях. На некоторых реках прекращено судоходство в меженный период и в темное время суток. В результате внутренние водные пути России используются с интенсивностью, не соответствующей их потенциальным возможностям. Доля грузов, перевозимых по этим путям, составляет примерно 4 процента общего объема грузовых перевозок, осуществляемых транспортным комплексом страны, что значительно ниже, чем в ряде стран Европы (в Германии – 19 %, в Бельгии – 10 %). Характерная для России сезонность транспортного использования внутренних водных путей не в полной мере объясняет недостаточную реализацию их транспортного потенциала. Грузооборот по видам транспорта РФ за 2015–2021 гг. представлен в таб. 1.

Таблица 1

Грузооборот по видам транспорта РФ (миллиард тонно-километров)

Наименование	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Транспорт: всего	5108	5198	5488	5635	5678	5401	5701
в том числе:							
железнодорожный	2306	2344	2493	2598	2602	2545	2639
автомобильный	247	248	255	259	275	272	285
трубопроводный: всего	2444	2489	2615	2668	2686	2470	2653
в том числе:							
газопроводный	1176	1181	1300	1336	1318	1221	1371
нефтепроводный	1226	1262	1265	1276	1318	1197	1230
нефтепродуктовый	42	46	50	55	51	52	51
морской ¹	42	43	50	37	41	43	44
внутренний водный ²	64	67	67	66	66	64	71
воздушный ³	5,6	6,6	7,9	7,8	7,4	7,1	9,2

Большинство из действующих на внутренних водных путях России гидротехнических сооружений введены в эксплуатацию 50–70 и более лет назад. Ухудшение технического состояния гидротехнических сооружений, связанное с недостаточным для его поддержания объемом бюджетного финансирования и отсутствием действенных механизмов привлечения внебюджетных средств, привело в последние годы к снижению уровня безопасности при эксплуатации этих сооружений, росту риска возникновения чрезвычайных ситуаций.

Водные объекты, по которым проходят внутренние водные пути с расположенными на них гидротехническими сооружениями, являются не только транспортными артериями. Они играют также важнейшую роль в решении таких хозяйственных задач, как водоснабжение, выработка электроэнергии, орошение, поддержание экологического равновесия, развитие туристического бизнеса.

Более 30 тыс. судов находится на учете в Российском Речном Регистре. Транспортный флот, являющийся главной составляющей основных фондов внутреннего водного транспорта, состоит примерно из 10 тыс. самоходных судов различного назначения (около 9 тыс. грузовых и 1 тыс. пассажирских

и грузопассажирских судов). Средний возраст транспортных судов составляет 23,5 года.

Наметившийся в отрасли рост хозяйственной деятельности в значительной мере обусловлен благоприятной конъюнктурой, но не будет продолжительным и устойчивым, если не устранить следующие проблемы:

- недостаточное финансирование внутренних водных путей и гидротехнических сооружений для улучшения условий судоходства как необходимого фактора повышения эффективности функционирования внутреннего водного транспорта;

- дефицит современных судов при избытке физически и морально устаревших судов;

- дефицит современных погрузочно-разгрузочных комплексов и портовых терминалов при избытке устаревших и малоэффективных перегрузочной техники и оборудования речных портов;

- низкая инвестиционная привлекательность предприятий отрасли и недостаточный для кардинальной модернизации их основных фондов уровень инвестиций;

- недостаточное взаимодействие с другими видами транспорта, слабая организация смешанного (интермодального) перевозочного процесса, что лишает внутренний водный транспорт существенной части грузовой базы. Задерживается создание новой логистической сети, состоящей из транспортных, перегрузочных, складских и торговых звеньев, которая должна заменить ликвидированную административно-плановую систему управления грузопотоками.

Таким образом, анализ проблем внутреннего водного транспорта свидетельствует о том, что они имеют системный характер и требуют комплексного подхода к их решению. Одним из подходов к решению сложившейся проблем является реновация внутренних водных путей.

Анализ сложившегося положения показывает, что оптимальным способом реновации внутренних водных путей является применение наплавных конструкций с использованием композитных материалов. Использование данных прогрессивных технологий позволит оптимизировать процесс реконструкции существующих и создания новых путей, а также повысить их долговечность, так как применение композитных материалов позволит увеличить полезный срок эксплуатации, ввиду того что композитные материалы (композитная арматура, композитный шпунт) имеют более высокую коррозионную устойчивость в сравнении с общепринятыми строительными материалами [5–7].

Основной целью технического замысла, предполагающего оптимизацию способов реновации внутренних водных путей, является необходимость реализовать следующие аспекты:

– строительство элементов судопропускных сооружений в заводских условиях по типу наплавных сооружений (камера шлюза, головы);

– использование композитных материалов (композитная арматура, композитный шпунт) при возведении отдельных элементов конструкции и объектов сопутствующей инфраструктуры гидроузлов.

Для подтверждения гипотезы необходимо проведение серии лабораторных исследований и проведения компьютерного моделирования.

Литература

1. Приливные электростанции / Л. Б. Берштейн, В. Н. Силаков, С. Л. Гельфер и др.; Под ред. д-ра техн. наук Л. Б. Берштейна. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 296 с.

2. Распоряжение Правительства РФ от 03.07.2003 N 909-р «О Концепции развития внутреннего водного транспорта Российской Федерации».

3. Проблемы и перспективы развития внутренних водных путей РФ / Е. И. Сорокалетова: Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации, Северо-Западный институт, 2023. – 83 с.

4. Перспективы применения наплавных конструкций при реновации судоходных шлюзов ЕГС Европейской части РФ / Гарибин П. А., Моргунов К. П.; Государственный университет морского и речного флота им. адмирала С. О. Макарова, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация.

5. Анализ возможности применения шпунта из ультракомпозитных материалов в гидротехническом строительстве / К. А. Кокорева, А. В. Колгушкин, А. И. Ялышев. – СПб ГПУ, 2014. – С. 109.

6. Расчетное обоснование применения шпунта из ультракомпозитных материалов в гидротехническом строительстве / К. А. Кокорева, А. И. Ялышев. – СПб ГПУ, 2014. – С. 112.

7. Илюхин, Д. А. Сваи из ультракомпозитного материала – новая эра в строительстве / Д. А. Илюхин // Гидротехника. – 2012. – Т. 27, № 2. – С. 66–67.